

MARIA DA CONCEIÇÃO DE ALMEIDA

**MINERALOGIA DE SOLOS E SUA RELAÇÃO COM A FERTILIDADE NATURAL
NA TRANSIÇÃO MATA-AGRESTE NORTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO**

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

Orientador: Mateus Rosas Ribeiro Filho, Dr.

Co-orientador: Mateus Rosas Ribeiro, PhD.

Recife- PE

2013

Ficha catalográfica

A447m Almeida, Maria da Conceição de
Mineralogia de solos e sua relação com a fertilidade natural na
.....transição mata- agreste norte do Estado de Pernambuco / Maria da
Conceição de Almeida. – Recife, 2013.
138 f. : il.

Orientador: Mateus Rosas Ribeiro Filho.
Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal
Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2013.
Inclui referências e anexo(s).

1. Mineralogia 2. Bananeira 3. Propriedades I. Ribeiro Filho,
Mateus Rosas, orientador II. Título

CDD 631.4

MARIA DA CONCEIÇÃO DE ALMEIDA

Tese intitulada MINERALOGIA DE SOLOS E SUA RELAÇÃO COM A FERTILIDADE NATURAL NA TRANSIÇÃO MATA-AGRESTE NORTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor e aprovada em 20 de fevereiro de 2013.

Mateus Rosas Ribeiro Filho

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

Antonio Carlos Azevedo

Dr. Antonio Carlos Azevedo (ESALQ/USP)

(Examinador)

José Coelho de Araújo Filho

Dr. José Coelho de Araújo Filho (EMBRAPA/Solos)

(Examinador)

Valdomiro Severino de Souza Júnior

Dr. Valdomiro Severino de Souza Júnior (DEPA/UFRPE)

(Examinador)

Izabel Cristina de Luna Galindo

Dr^a. Izabel Cristina de Luna Galindo (DEPA/UFRPE);

(Examinador)

Salmo 91

Aquele que habita no esconderijo do Altíssimo,
à sombra do Onipotente descansará.

Direi do Senhor:

Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e nele confiarei.

Porque Ele te livrará do laço do passarinho,
e da peste perniciososa.

Ele te cobrirá com as suas penas,
e debaixo das suas asas estarás seguro:
a sua verdade é escudo e broquel.

Não temerás espanto noturno, nem seta que voe de dia,
nem peste que ande na escuridão,
nem mortandade que assole ao meio dia.
Mil cairão ao teu lado, e dez mil à tua direita,
mas tu não serás atingido,

Somente com os teus olhos olharás, e verás a recompensa dos ímpios.
Porque tu, ó Senhor, és o meu refúgio,
o Altíssimo é a tua habitação.

Nenhum mal te sucederá,
nem praga alguma chegará a tua tenda.
Porque aos seus anjos dará ordem a teu respeito,
para te guardarem em todos os teus caminhos,
eles te sustentarão em suas mãos,
para que não tropeces com o teu pé em pedra.

Pisarás o leão e o áspide,
calcarás aos pés o filho do leão e a serpente.
Pois que tão encarecidamente me amou, também Eu o livrarei,
pô-lo-ei num alto retiro, porque conheceu o meu nome.
Ele me invocará, e Eu lhe responderei,
estarei com ele na angústia, livra-lo-ei e o glorificarei.
Dar-lhe-ei abundância de dias,
e lhe mostrarei a minha salvação.

Amém !

Meu agradecimento especial (in memoriam)

*Ao eterno orientador, **Mateus Rosas Ribeiro**, que teve grande participação na construção de meus conhecimentos. Partiu há pouco tempo, sem ver este momento. A ausência é intrigante. Há quem fique ausente ao nosso lado mesmo presente, e quem continue ao nosso lado mesmo ausente.*

DEDICO

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, Catrine, Cintia, Josué, João, Jéssica, Joseane, Karen e o mais joven sobrinho neto Fellipe Gabriel), 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, PNPd, mestrandos, doutorandos e estagiários.

Nossa amizade jamais terá fim, um dos maiores privilégios que tenho na vida, é ser uma grande amiga de todos vocês que trabalharam comigo.

Vocês foram as melhores pessoas que cruzaram minha história.

Para os que não a conhecem,
vou dizer que foram amigos, generosos, meigos, alegres, caridosos,
encantadores, admiráveis,
enfim poderia ficar dias e dias tecendo elogios a todos vocês.

Mas resumindo vou dizer que os amo,
e que vocês foram um desses anjos que Deus
coloca na terra para alegrar os caminhos
dos que têm o privilégio do convívio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo sustento espiritual, por toda fé e otimismo, e por tornar sonho realidade.

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

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Mateus Rosas Ribeiro Filho, ao Prof. PhD. Mateus Rosas Ribeiro pela oportunidade, orientação e paciência durante a realização deste trabalho, bem como pelos ensinamentos.

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

Aos Professores Drs. Clístenes Williams Araújo do Nascimento, Fernando José Freire, Mário de Andrade Lira Jr., Maria Betânia Galvão Freire, Sheila Maria Bretãs Brittar, Maria de Fátima Cavalcanti Barros, Valdomiro Severino de Souza Jr., Ângelo Giuseppe Chaves Alves, Carolina Etiene de Rosália e Silva Santos, Marcelo Metri Corrêa, Brivaldo Gomes de Almeida, José Coelho de Araujo Filho, José Júlio Vilar Rodrigues, Dr. José Ramon Cantalice pelos ensinamentos, pela amizade e pela boa convivência, contribuindo com os valiosos ensinamentos durante o período do curso.

Aos proprietários e administradores do Engenho Recanto (Macaparana –PE), Fazenda Oito Porcos (São Vicente Férrer-PE), Engenho Açude Novo (São Vicente Férrer-PE), Fazenda Várzea do Bredo (São Vicente Férrer-PE), pela permissão e colaboração no desenvolvimento dos trabalhos.

Aos funcionários Maria do Socorro de Santana (Socorro), José Fernando W. F. de Lima (Zeca), Sr. Josué Camilo, Sr. Camilo pelos tantos serviços prestados.

Aos meus amigos da Pós-Graduação Érica Graciano, Laerte Amorim, Luciana Remigio, Luiz Guilherme, Márcio Fléquisson, Marise Conceição; Rômulo Vinicius, Welka e Hailson Preston, pelas horas de estudo compartilhadas e de diversão e até mesmo de nervosismo, onde um tentava levantar o astral do outro.

Aos colegas do laboratório (Cássius, Cláudio Henrique, Deiverson, Edivan Uchoa, Elaine Delarmelinda, Elis Regina, Eloise Melo, Fernando Xavier, Givanildo Alves, Gerson Barros, Jane Kelly, Janielle Lemos, Juliet, Juliana, Kelly Nayara, Laércio Neves, Marcos Mendes, Raiza, Regilene Angélica, Robson Gomes, Silvana, Suzana Kelly e Stephany) .

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO	
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE ANEXO	IX
LISTA DE TABELAS	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos Geral e Específicos	2
1.2 Hipóteses	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 O Solo como Reserva Mineral	3
2.2 Propriedades do Solo e Produtividade Agrícola	5
2.3 Fertilidade do Solo e sua Relação com a Mineralogia	7
2.4 A Cultura da Bananeira e a Fertilidade do Solo	10
2.5 Manejo da Cultura da Bananeira	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Caracterização do Meio Físico	15
3.2 Seleção dos Locais, Coleta do Solos e Processamento das Amostras	15
3.3 Manejo das Áreas	16
3.4 Análises Físicas	18
3.5 Análises Químicas	19
3.5.1 Extração Total e Disponível dos Micronutrientes Catiônicos	19
3.5.2 Extração de Ferro e Alumínio por DCB (Ditionito-Citrato-Bicarbonato), Pirofosfato e Oxalato	20
3.5.3 Extração por Ataque Sulfúrico	20
3.6 Análises Mineralógicas	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Atributos Morfológicos e Classificação dos Solos	23
4.2 Propriedades Físicas dos Solos	30
4.3 Propriedades Químicas dos Solos	37
4.4 Características Mineralógicas dos Solos e suas Potencialidades	48
4.5 Teores de Si, Al e Fe em Diferentes Extratores	66
4.6 Relação entre os Teores de Si, Al e Fe em Diferentes Extratores	68
4.7 Teor Total e Disponível dos Micronutrientes Catiônicos	72
5. CONCLUSÕES	84
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
7. ANEXO	114
7.1 Descrição Geral do perfil 1	114
7.1.1 Análises físicas e químicas do perfil 1	115
7.2 Descrição Geral do perfil 2	117
7.2.1 Análises físicas e químicas do perfil 2	118
7.3 Descrição Geral do perfil 3	120
7.3.1 Análises físicas e químicas do perfil 3	121
7.4 Descrição Geral do perfil 4	123
7.4.1 Análises físicas e químicas do perfil 4	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização das áreas de estudo	16
Figura 2 : Perfil 1. Chernossolo Argilúvico Órtico típico	25
Figura 3: Perfil 2. Argissolo Amarelo Eutrófico nitossólico	27
Figura 4: Perfil 3. Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico nitossólico	28
Figura 5: Perfil 4 Argissolo Amarelo Distrófico típico	29
Figura 6: Difratoograma da Mineralogia da Fração Silte dos Perfis Estudados	59
Figura 7: Difratoogramas da Fração Argila do Perfil 1	62
Figura 8: Difratoogramas da Fração Argila do Perfil 2	63
Figura 9: Difratoogramas da Fração Argila do Perfil 3	64
Figura 10: Difratoogramas da Fração Argila do Perfil 4	65
Figura 11: Teor total e disponível de K dos perfis	83

LISTA DE ANEXO

Quadro 1: Análises Físicas e Químicas do Perfil 1	114
Quadro 2: Análises Físicas e Químicas do Perfil 2	117
Quadro 3 Análise Física e Química do Perfil 3	120
Quadro4: Análises Físicas e Químicas do Perfil 4	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização Morfológica dos Perfis Estudados	23
Tabela 2- Propriedades Físicas dos Perfis.	31
Tabela 3- Propriedades Químicas dos Perfis	40
Tabela 4- Composição mineralógica quantitativa das frações cascalho, areia grossa e fina	51
Tabela 5- Teores de SiO ₂ , Al ₂ O ₃ e Fe ₂ O ₃ em Diferentes Extratores	67
Tabela 6- Principais Relações dos diferentes Extratores	72
Tabela 7- Teores Totais e Disponíveis de Micronutrientes Catiônicos	81

RESUMO

O trabalho teve como objetivo estudar a influência do material de origem nas propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas de solos da transição Mata Norte e Agreste de Pernambuco, visando à indicação de áreas mais apropriadas para agricultura orgânica. Os municípios de São Vicente Férrer e Macaparana, que se localizam numa região de geologia diversificada, entre a Zona da Mata e o Agreste do Estado de Pernambuco, foram selecionados como locais de estudo por possuírem diferentes tipos de solos sob cultivo de bananeira, principal cultura da região. Nessas áreas foram abertos 4 perfis, procedendo-se a caracterização morfológica, seguida de coleta de amostras deformadas e indeformadas dos horizontes pedogenéticos para realização de análises físicas, químicas, mineralógicas, com determinação dos teores disponíveis dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn, Ni). Os solos foram classificados segundo critérios estabelecidos pelo SiBCS. Os resultados permitiram concluir que os solos da região apresentam um gradiente de evolução pedogenética e são de boa estrutura; o CHERNOSSOLO foi o de menor grau de desenvolvimento e o LATOSSOLO o mais desenvolvido. A fertilidade natural dos solos segue a seguinte ordem decrescente: Perfil 1>Perfil 2>Perfil 3>Perfil 4. A assembléia mineralógica dos solos indica potencial de fornecimento de nutrientes para as plantas. O CHERNOSSOLO apresenta-se rico em minerais primários, estes com grande potencial nutricional, anfibólios, feldspatos diversos, micas e vermiculitas, mas precisaria ser manejado adequadamente para tornar os elementos disponíveis. O CHERNOSSOLO e os ARGISSOLOS apresentam potencial de fornecimento de Ni, Cu e Zn, com aumento desses nutrientes em profundidade. O ARGISSOLO AMARELO, apesar da morfologia indicar grau de desenvolvimento elevado, apresenta na mineralogia da fração grosseira minerais pouco alterados em todo o perfil, além de proporção considerável de mica na fração areia fina. O LATOSSOLO é um perfil com baixo potencial nutricional, tem baixa soma de bases, baixa saturação por bases e baixa fertilidade; além de ter uma baixa reserva mineral, mas apresenta diferentes elementos traços que podem ser fontes de nutrientes. Nos diferentes solos foi possível identificar os minerais secundários mica, vermiculita e caulinita. Os perfis são distintos na sua composição mineralógica, o CHERNOSSOLO apresenta percentuais pouco comuns de anfibólios, o ARGISSOLO AMARELO apresenta minerais com baixo grau de intemperismo e presença nítida de óxidos de manganês, o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO com sua atração magnética e o LATOSSOLO, que é o que mais apresenta minerais traços diferenciados.

Palavras-chave: Mineralogia, Bananeira; Propriedades; Manejo do solo.

ABSTRACT

The work has the objective to study the influence of the parent material in morphological, physical, chemical and mineralogical properties of soils in the transition between the Mata Norte Region and the Agreste Region of Pernambuco State, Brazil. The counties of São Vicente Ferrer and Macaparana were chosen as the place of the study due to its great soil diversification, cultivated with banana, the main culture of the region. On these places were open four profiles, which were morphologically characterized, and disturbed and undisturbed samples were collected from the horizons to proceed physical, chemical and mineralogical analysis. The level of available macronutrients (N,P, K, Ca and Mg) and micronutrients (Fe, Cu, Zn, Mn and Ni) were measured. The soils were classified according to the Brazilian Soil Classification System. The results concluded that the soils of the region has different pedogenetic evolution, the CHERNOSOL (Mollisol) is the less developed soil and the LATOSOL (Oxisol) the more developed. According to the chemical analysis, the fertility of the soils follows the order Profile 1>Profile 2>Profile 3>Profile 4. The mineral assemblage indicates potential supply of nutrients to plants. Differences between iron oxide types maybe is related to environmental conditions, and the low pH at profile 4. The CHERNOSOL is rich in primary minerals, with great nutrition potential. The LATOSOL is a profile with low nutrition potential, low base saturation and low fertility, it has a low mineral reserve, but presents different trace elements that can work as nutrient supply. Mica, vermiculite and kaolinite are the main secondary minerals found in the soils. The profiles are distinct in their mineralogical composition, the CHERNOSOL has unusual amphiboles percentage, the YELLOW ARGISOL (Ultisol) presents minerals with low degree of weathering and clear presence of manganese oxides, the RED-YELLOW ARGISOL with its magnetic attraction and the LATOSOL, which is the one that presents more differentiated trace minerals.

Key word. Material source, banana Mineralogy and Management

1. INTRODUÇÃO

O solo é considerado um meio dinâmico e complexo, oriundo de múltiplas interações dos fatores de formação (material de origem, relevo, clima, organismos e tempo). Dentre estes se destaca o material de origem, que pode condicionar a formação de solos mais ricos ou mais pobres, conforme as condições climáticas e a natureza do material de origem e a influência do relevo local.

A exploração agrícola dos solos tem merecido cada vez mais a atenção dos cientistas do solo, com vistas ao desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis, para que se possa obter a máxima produtividade com qualidade ambiental. Esta situação é mais complexa em regiões com relevo acidentado, onde os processos erosivos intensos promovem a degradação dos solos, com elevada perda de nutrientes e arraste dos insumos aplicados para as áreas mais baixas, promovendo a poluição dos cursos d'água. Dentro deste contexto é importante conhecer a heterogeneidade da área, para que se avaliem as características e propriedades do solo que está sendo cultivado, o que é fundamental para a adoção de um manejo adequado.

A região de transição entre a Mata Norte e o Agreste do Estado de Pernambuco, nos municípios de Macaparana e São Vicente Férrer, apresenta relevo geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Nesses municípios os agricultores cultivam bananeira em terrenos de relevo ondulado a forte ondulado, condições topográficas não recomendadas para uso agrícola intensivo, sendo mais apropriadas para a preservação da flora e fauna local. A cultura da bananeira constitui uma importante fonte de renda para a unidade produtiva, pois tem uma produção praticamente constante ao longo do ano, gerando renda semanalmente.

O relevo é um dos atributos mais importantes da paisagem da região. As declividades acentuadas, geralmente superiores a 35%, refletem a necessidade do uso de técnicas agrícolas conservacionistas, como o plantio em curva de nível, o uso de cobertura vegetal, cultivos consorciados, a manutenção de restos de culturas, a implantação de cordões vegetados e outras técnicas com o objetivo de minimizar as perdas de solo por erosão. Mas a cultura da bananeira, com a constante presença de serrapilheira pouco degradada, que se mantém na área de cultivo, favorece a manutenção da umidade na camada superficial, reduzindo assim a perda de solo.

A bananeira é uma planta exigente em nutrientes, portanto é fundamental a manutenção do equilíbrio nutricional dos solos para o desenvolvimento da bananicultura, garantindo o adequado fornecimento de nutrientes que atenda as exigências nutricionais da cultura, proporcionando um bom crescimento e produção vegetal.

Tendo em vista que a fertilidade natural dos solos da microrregião da Mata Norte

constitui um dos fatores limitantes mais importantes para a cultura da banana, e que o relevo acidentado dificulta a realização de práticas agrícolas tradicionais de fertilização, o uso da agricultura orgânica surge como uma alternativa viável. Torna-se de grande importância, portanto, o conhecimento das relações entre solos e material de origem, visando à escolha das áreas de maior fertilidade natural ou que apresentem maior reserva de minerais primários, que possam liberar nutrientes para as culturas. O cultivo de banana orgânica tem sido uma alternativa dos agricultores, que utilizando de forma mais racional os recursos naturais disponíveis localmente, conseguem um rendimento maior do produto, além de produzir alimentos de melhor qualidade e bem aceitos pela sociedade.

Este trabalho tem por objetivo estudar a influência do material de origem na diversificação dos solos da região de transição entre a Zona da Mata e o Agreste do Estado de Pernambuco, visando à indicação de áreas mais férteis, contribuindo para uma utilização mais racional e planejada de práticas de adubação, além de identificar áreas com maior potencial para a implantação de agricultura orgânica.

1.1 Objetivos

- Geral:

Estudar a influência do material de origem na diversificação dos solos da Transição Mata Agreste de Pernambuco, visando à indicação de áreas mais férteis e com maior potencial para a implantação de agricultura orgânica.

- Específicos:

1. Realizar a caracterização morfológica, física, química e mineralógica de solos distintos encontrados na região;
2. Avaliar o potencial dos minerais dominantes nas frações do solo como fonte de nutrientes no manejo da fertilidade dos solos da região;
3. Relacionar as propriedades dos solos com suscetibilidade aos processos de degradação, visando subsidiar o manejo sustentável da área.

1.2 Hipóteses

1. Na transição entre a zona úmida e o agreste de PE existem diferentes tipos de solos, com fertilidade natural diferenciada;
2. Os solos da região apresentam diferentes potenciais de fornecimento de nutrientes para as plantas;

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Solo como Reserva Mineral

A formação do solo resulta da interação dos fatores de formação (material de origem, relevo, clima, organismos e tempo). Para avaliação do seu potencial produtivo é de suma importância o conhecimento de propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas resultantes da sua pedogênese. Os modelos clássicos de diferenciação de solos ao longo da encosta se apoiam principalmente na relação infiltração/escoamento superficial, ilustrando aí a ação do relevo como fator de formação de solos (Jenny, 1941).

Segundo Lima et al. (2008), a identificação, a caracterização e o conhecimento das propriedades dos diferentes minerais do solo constitui uma excelente ferramenta para o conhecimento e avaliação da evolução dos solos. Permite também avaliar as condições de intemperismo e dos processos pedogenéticos vigentes, e sua influência nas propriedades físicas, químicas, e na reserva mineral de nutrientes para as plantas.

O declínio da quantidade e qualidade dos solos em grandes áreas desenvolvidas do mundo constitui uma ameaça para a segurança alimentar. Alguns solos têm inerentemente baixa fertilidade por causa do seu material de origem, já outros se tornam menos férteis devido à intervenção humana promovendo, através do uso, a extração de nutrientes pelas colheitas, que exportam os nutrientes absorvidos, e estes acabam não sendo repostos (Fyfe et al., 2006).

De maneira geral o comportamento dos atributos do solo reflete, em grande parte, o material de origem, que será tão mais acentuada, quanto mais seca forem as condições do meio físico (Barros et al., 2008).

Para o entendimento da influência do material de origem no processo de formação e na composição do solo é necessário, primeiramente, entender a composição litosférica. Paton (1983) afirma que, em termos de composição elementar, 99% do material litosférico consiste de apenas oito elementos: oxigênio, silício, alumínio, ferro, magnésio, cálcio, sódio e potássio.

Young (1976) afirma que as três principais variáveis do material de origem que afetam diretamente os solos são: grau de consolidação; tamanho do grão e composição. Esta última apresenta fundamental importância para as propriedades dos solos e para o seu potencial agrícola, principalmente em solos tropicais, em que a principal variável observada é a proporção de sílica. Além de que uma rocha finamente granulada é relativamente permeável e será rapidamente intemperizada, por causa da grande superfície específica dos grãos.

Segundo Melo et al. (2006), trabalhando em área agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), na caracterização de Argissolos Amarelos, Latossolos Amarelos distróficos e Gleissolos distróficos, relatam que a composição mineralógica dos solos refletiu, de certo modo, a pobreza do material de origem (granitos, gnaisses e sedimentos quaternários e terciários), segundo (Brasil, 1975) associada aos acentuados processos de intemperismo químico que predominam nos ambientes, resultantes de uma precipitação anual em torno de 2.000 mm.

A velocidade com que o solo se forma depende do tipo de material de origem e de seu intemperismo, uma vez que, sob condições idênticas de clima, organismos e relevo, certos solos se formam mais rapidamente que outros (Lepsch, 2012).

Bigarella (1994), relataram que as características do manto de granito são diferentes das daquele formado de gnaiss. Conforme esses autores a granulação e disposição das camadas são os principais fatores responsáveis por essa diferenciação; os gnaisses de textura muito fina estão recobertos por um espesso manto de alteração, enquanto os gnaisses e granitos de granulação grosseira resistem mais à ação do intemperismo químico.

As diferenças geológicas tem influência marcante na formação dos diferentes tipos de solos. Por isso é importante dar ênfase à mineralogia local e seu vínculo com a fertilidade natural.

Um bom conhecimento da geologia é imprescindível para o planejamento de uso das terras com critério de sustentabilidade.

A Companhia Pernambucana de Recursos Minerais - CPRM detém ampla documentação sobre a geologia e os recursos minerais de Pernambuco. O subsolo pernambucano é formado predominantemente por rochas precambrianas, que ocupam cerca de 90% do seu território, sendo recobertas, em menor proporção, por bacias sedimentares paleo/mesozóicas interiores e por bacias litorâneas meso/cenozoicas (CPRM, 2001).

Designam-se comumente como precambrianos os terrenos formados durante essa era. Constituem-se da unidade Quartzítica da região de Garanhuns, Grupo Cachoeirinha, Grupo Salgueiro e um conjunto de rochas não caracterizadas como Grupo ou Formação, mas que ocorre na área; e o Pré-cambriano Indiviso através do Complexo Gnáissico Migmatítico, Complexo Migmatítico Granitóide, e por um conjunto de rochas não caracterizadas como grupo, mas que ocorrem na área, em determinados locais (Araújo-Filho et al., 2000).

Destacando a geologia do local de estudo, o município de São Vicente Ferrer encontra-se inserido geologicamente na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos dos complexos Salgadinho e Vertentes e dos Granitóides Indiscriminados. O município de Macaparana encontra-se inserido geologicamente na Província Borborema, sendo constituído

pelos litotipos do Complexo Salgadinho, representado por ortogneisse tonalítico a granítico e dos granitóides indiscriminados (CPRM, 2005).

Segundo Menezes et al. (2011), a litologia do gnaiss granitoide de composição granítica e tonalítica, revelou a presença do quartzo, feldspato, biotita e hornblenda como minerais essenciais.

Para Almeida et al. (1977), a Província Borborema no Nordeste do Brasil compreende a parte central de uma larga faixa orogenética formada como consequência de convergência e colisão dos crátons São Luís-Oeste Africano e São Francisco-Congo-Kasai. Estas iniciadas no Arqueano e com superposições de vários eventos evolutivos, culminando no Neoproterozóico Superior com uma grande colagem orogênica (Ciclo Brasileiro/Pan-Africano; 0.75-0.55 Ga) responsável pelo estabelecimento da atual estruturação da província (Van Schmus et al. 1995, Brito Neves et al. 1995).

2.2. Propriedades do Solo e Produtividade Agrícola

A qualidade física do solo influi na produtividade da atividade agrícola havendo, portanto, necessidade de manter suas propriedades monitoradas para conservar o ambiente de produção. As propriedades físicas requerem práticas sustentáveis de manejo com idéias, procedimentos de proteção dos recursos naturais, de maneira econômica, mantendo a produtividade, reduzindo os riscos e garantindo boa qualidade.

Pois segundo Streck et al. (2004), pesquisas realizadas em várias regiões do País apontam alterações significativas nas propriedades físicas de alguns solos, essas alterações referem-se ao decréscimo da porosidade; conseqüentemente ocorre uma redução na permeabilidade e da disponibilidade de nutrientes e água. Como descrevia Prevedello (1996) que, para manter um solo produtivo, bem como adequar determinadas estratégias de manejo, é importante que sejam analisadas suas propriedades físicas de porosidade, densidade e resistência, na medida em que elas afetam a resposta das culturas.

Quanto a porosidade, Reinert & Reichert (2006) relatam que a mesma é responsável por um conjunto de fenômenos e desenvolve uma série de mecanismos de importância na física de solos, tais como a retenção e fluxo de água e ar; conseqüentemente a absorção, porque esse segue o fluxo transpiracional. Além do que, retrata Andrade & Stone (2009), que um solo ideal para a produção agrícola deve apresentar porosidade total próxima a 50% e uma distribuição percentual de 34% de macroporos e 66% de microporos.

A densidade do solo, quando elevada, prejudica o desenvolvimento das plantas por ser um atributo que influencia propriedades como infiltração e retenção de água no solo, desenvolvimento de raízes, trocas gasosas e suscetibilidade deste solo aos processos

erosivos, além de ser sendo muito utilizado na avaliação da compactação dos solos (Guariz et al., 2009).

Isso porque a densidade do solo é dependente do espaço poroso, portanto, solos com maior porosidade têm menor densidade, e dessa maneira, todos os fatores que interferem no espaço poroso irão interferir na densidade do solo (Machado & Favaretto, 2006). Para Sá & Junior (2005) afirmam que os solos arenosos apresentam valores de densidade naturalmente mais elevados em relação aos solos argilosos, exemplificando uma densidade de $1,5 \text{ g cm}^{-3}$, que em solo argiloso pode significar um elevado grau de compactação, enquanto que em um solo arenoso não significa este problema.

De acordo com Reichert (2009), um aumento na densidade do solo não é necessariamente prejudicial às culturas, porque, em certos limites, esse aumento pode contribuir para o armazenamento de água e para a capacidade de suporte de carga do solo.

Para preservar a qualidade do solo Genro Júnior et al. (2009), relatam que é aconselhável utilização de manejo que diminui a densidade e aumenta a porosidade, além da estabilidade de agregados do solo favorecendo assim o aumento da produtividade das culturas. Pois segundo Mosaddeghi et al. (2009), a adubação orgânica pode reduzir a vulnerabilidade do solo à erosão além de diminuir a densidade.

Segundo Lanillo et al. (2006), os agregados de solo maiores e mais pesados conferem maior estruturação ao solo, maior porosidade como também maior resistência à compressão com inegáveis vantagens para a sustentabilidade dos sistemas de produção. Para o mesmo autor a agregação do solo tende a aumentar em rotações de culturas com espécies de relação C/N mais alta, indicando que o aumento de C-orgânico resultou em aumento dos índices de agregação, pela diminuição da classe de menor diâmetro e aumento das classes de diâmetro maior. Pois segundo Vasconcelos et al. (2010), a estabilização dos agregados depende do teor de matéria orgânica do solo.

A agregação é uma das propriedades que podem ser utilizadas para avaliar a qualidade do solo, uma vez que a manutenção de sua estrutura facilita a aeração e a infiltração de água e reduz a erodibilidade (Neves et al., 2006). Além de que afirma Costa et al. (2011), uma forma de melhorar as propriedades físicas do solo é o uso de resíduos orgânicos como adubação, elevando o teor de matéria orgânica e melhorando a fertilidade e as características físicas do solo.

Entretanto do ponto de vista agrícola, a manutenção de uma boa estabilidade de agregados, conseqüentemente a formação de boa estrutura do solo, é condição primordial para garantir altas produtividades (Perin et al., 2002).

É sabido que a superfície específica dos constituintes minerais e orgânicos influencia, significativamente, as propriedades físico-químicas do solo, o que já era comentado por Mortalnd (1954) que a superfície específica está relacionada com os constituintes minerais e orgânicos e varia de acordo com a textura do solo, tipo de mineral de argila e teor de matéria orgânica.

Trabalho realizado por Rajj (1967) relata a importância do tipo de mineral de argila, em que ressalta aos valores elevados de superfície específica devem-se à presença de minerais 2:1, pois nas amostras onde predominaram argilas 1:1, a fração apresentou, em média, uma superfície específica de 70 m²/g, enquanto nas amostras com minerais de argila 2: 1 a superfície específica foi de 190 m²/g.

Grohmann (1970) encontrou correlações significativas entre a superfície específica e outras características de solos do Estado de São Paulo, uma das características foi a capacidade de troca de cátions e sabe-se que ao caracterizar o solo, a disponibilidade de nutrientes é quem praticamente constitui o mais importante parâmetro relacionado diretamente com a produtividade.

Entretanto a presença de nutrientes é um dos aspectos fundamentais que garantem a boa qualidade dos solos e o seu bom uso e manejo, porque segundo Vidyavathi et al. (2012) existem ligantes orgânicos que reduziram a susceptibilidade a adsorção, a fixação e precipitação no solo e também foi atribuída à mineralização de adubos orgânicos e consequente liberação de micronutrientes. Madhavi et al. (1995) relataram que o aumento da disponibilidade destes cátions micronutrientes no solo é devido à aplicação de adubos orgânicos.

2.3. Fertilidade do Solo e sua Relação com a Mineralogia

As análises químicas já são conhecidas como as principais análises para verificar a quantidade de elementos presentes no solo. Considerando essa hipótese real, serão realizadas análises de elementos disponíveis e totais. Uma vez conhecida essa quantidade, é possível inferir quanto à recomendação de nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas.

A análise mineralógica também apresenta importância na disponibilidade de nutrientes, pois segundo Castilhos et al. (2002), a mineralogia é o principal fator que determina as relações entre capacidade/intensidade, ou seja, o equilíbrio entre a fase sólida com a da solução. Lemes et al. (2003), em trabalho avaliando a influência da mineralogia nos sedimentos encontra teores de Ca altos e sugere que este elemento seja proveniente do feldspato cálcico presente na área de captação.

Dentre os principais minerais que podem ser encontrados na fração argila, e que tem importância na disponibilidade de nutrientes são as micas, normalmente, os principais minerais potencialmente fornecedores de K, sendo abundantes numa grande variedade de rochas (Bortoluzzi et al., 2005).

Também relatado por Song & Huang (1988) que os minerais mais comuns relacionados como fontes de K estrutural são as micas e os feldspatos, com a seguinte sequência, em ordem decrescente de facilidade de liberação de K: biotita, ortoclásio, microclínio e muscovita.

Trabalho de Melo et al. (2003), relatam que a contribuição dos minerais primários facilmente intemperizáveis (mica e feldspato-K) são importantes para a reserva de K da fração argila dos solos do Triângulo Mineiro, principalmente para os mais jovens desenvolvidos de migmatito/micaxisto (Grupo Araxá).

Diante do exposto observa-se que é importante conhecer o potencial do solo antes de realizar uma adubação. Porque quando é realizada uma adubação em que o elemento vai se tornar prontamente disponível, esse pode ser também fixado e se tornar indisponível, dependendo dos minerais de argila presentes (Werle et al. , 2008).

Esses minerais surgem dos minerais primários e normalmente os minerais primários que contêm K sofrem alterações, primeiramente formando as argilas, como as esmectitas e vermiculitas, que, posteriormente, transformam-se em caulinita (Pédro, 1979).

Já escrevia Mielniczuk (1977) que a reserva imediata de potássio no solo é constituída do K-trocável e o K-solução, e que, à medida que estas formas vão sendo retiradas da solução do solo em decorrência da absorção ou perdas, elas são reabastecidas pelo potássio adsorvido com maior energia aos colóides do solo.

Segundo Tisdale & Nelson (1993) o potássio pode ser caracterizado em quatro categorias, que seguem uma ordem crescente de disponibilidade: estrutural (mineral), não-trocável ou dificilmente disponível, trocável e em solução, que, somadas, fornecem o K total.

As formas estruturais para os elementos serem disponíveis para as plantas dependem da ocorrência e do intemperismo de minerais nas frações do solo (Christenson & Doll, 1973). Melo et al. (2005), avaliando a liberação de potássio e magnésio pelos minerais da fração argila de solos do triângulo mineiro, concluíram que a liberação de formas não-trocáveis e estruturais de K e Mg foi definida pelo estágio de intemperismo do material de origem dos solos. Com o intemperismo, ocorre a liberação de elementos, caracterizando, assim, uma reserva desses nutrientes ao longo do tempo.

Segundo trabalho realizado por Costa et al. (2011), observaram-se que os valores de Ca no solo encontram-se elevados quando comparados com as outras bases (Mg, Na e K) e

este fato deve-se à influência do material de origem, o calcário da Formação Jandaíra, que condiciona as altas concentrações de Ca.

A cinética de liberação dos elementos dos minerais para a solução do solo é pouco conhecida, dependendo principalmente de fatores relacionados com a mineralogia do solo e a sua proporção em cada fração granulométrica e com a seletividade da fase mineral (Castilhos & Meurer, 2001).

Como relatou Lemes et al. (2003), que na fração argila, ocorrem argilominerais de diferentes grupos, e alguns com elevada capacidade de troca de cátions. Segundo Baley (1980), minerais ferromagnesianos, as estruturas são de tetraedros de silício separados por íons de ferro, manganês ou magnésio, esses se alteram muito mais facilmente que os piroxênios e anfibólios, liberando os elementos para a solução do solo.

Quando o solo é constituído por uma mistura de minerais, a relação entre pH em água e saturação por bases é influenciada pelo mineral que apresenta maior CTC ou superfície específica com predomínio dos argilominerais 2:1 sobre 1:1 e da matéria orgânica sobre os demais componentes dos solos (Silva et al., 2008).

Corrêa et al. (2008), atribuíram a saturação por bases maior que 50% ao fato decorrente do enriquecimento de cátions trocáveis devido ao intemperismo de minerais (plagioclásios) de rochas mesocráticas.

Segundo Fontes et al. (2001), os solos tem comportamentos bem diferenciados quanto a importantes reações do solo e essa diversidade das características é atribuída, principalmente, aos diferentes ambientes de formação a que esses minerais estão sujeitos; pois solos altamente intemperizados e com carga variável apresentam propriedades agronomicamente desejáveis como boa profundidade, estrutura estável, boa porosidade e alta permeabilidade.

Pois a mineralogia típica dos solos altamente intemperizados é constituída basicamente de caulinita e óxidos de Fe e Al e esses afetam processos físico-químicos importantes nos solos, como dispersão e floculação de colóides (Fontes et al., 1995).

Para Paes Sobrinho et al. (2009), a grande maioria dos Argissolos encontrados no Brasil possui baixa fertilidade natural, com predomínio de caulinita na fração argila. Além de relacionar que a baixa capacidade de troca de cátions é compatível com a mineralogia da fração argila constatada nas análises de DRX. Mas Moniz et al. (1990), citam que os Podzólicos de gnaiss de regiões com menor índice pluviométrico são geralmente mais férteis, com uma maior proporção de minerais 2:1.

Conhecer os minerais que constituem a fração argila dos solos é de fundamental importância para entender o comportamento físico-químico, pois os minerais da fração argila

são responsáveis, juntamente com a matéria orgânica, pela reatividade dos solos, interferindo diretamente em propriedades agrícolas.

Segundo Melo et al. (2006), os teores totais dos micronutrientes (Zn, Cu e Mn) na fração terra fina, resultantes do ataque total pela digestão triácida, representaram a reserva total dos solos, porque a extração total é um método de extração mais forte que revela teores liberados das frações tocáveis, não tocáveis, estruturais além do que se encontra em solução.

2.4. A Cultura da Bananeira e a Fertilidade do Solo

O equilíbrio nutricional da planta é um dos fatores mais importantes para que esta consiga completar o ciclo e alcançar alta produtividade econômica (Silva & Carvalho, 2005).

O agronegócio brasileiro com a cultura da bananeira tem suas vantagens, devido à excelente localização geográfica do País que proporciona boas condições climáticas, além de favoráveis características de solo, entretanto, segundo Guerra et al. (2004), essa é uma cultura que exige elevadas quantidades de potássio para atingir níveis satisfatórios de produtividade. Há grande exigência de potássio pela bananeira, que corresponde a aproximadamente 41% do total de nutrientes na planta (Borges & Oliveira, 2000).

Segundo trabalho discutido por Barroso et al. (2011), o elemento potássio (K) é o macronutriente absorvido em maior quantidade pela bananeira e em ordem decrescente, a bananeira absorve os macronutrientes: $K > N > Ca > Mg > S > P$.

Trabalho de Borges et al. (2000), relataram que o potássio exportado nos cachos de bananeira produzidos são em média de 5,2 kg e que os outros macros estão em média a exportação de 1,9 kg de N; 0,23 kg de P; 0,22 kg de Ca e 0,30 kg de Mg t⁻¹ de cachos produzidos.

Segundo Godoy et al. (2012), o macronutriente potássio é susceptível a lixiviação e isso que pode favorecer a variação na disponibilidade no solo.

Existe um sério problema quanto a falta e ao excesso dos nutrientes na produtividade, a relação entre K, Ca e Mg afeta os teores do primeiro na solução do solo, pois quanto maiores os teores de Ca e Mg no solo, menor é a disponibilidade de K (Raij, 1982) e vice-versa, por exemplo, trabalho discutido pela Embrapa (2004), o desbalanceamento entre potássio (K) e magnésio (Mg) é um problema que pode ocorrer com frequência na cultura da bananeira, ocasionando o “azul da bananeira”, um distúrbio fisiológico.

Segundo Silva et al. (1999), a utilização de água de má qualidade pode aumentar o pH no solo e promover desequilíbrio nutricional na bananeira, que é muito sensível ao desbalanço entre Ca, K e Mg.

Assim como discutido por Barroso et al. (2011), que o excesso de potássio pode inibir a absorção de Ca^{2+} e Mg^{2+} , chegando muitas vezes a causar a deficiência desses dois nutrientes. E esse mesmo autor relata que a deficiência de Ca^{2+} provoca a redução da área foliar, ocasionando cloroses que evoluem para necroses em pontos isolados das folhas. Outro problema quanto a esse elemento é retratado por Klein & Manos (1960) que é a sua interação com o zinco.

Como discutido por Vale et al. (1997), complementam que o Ca adicionado ao solo é um potente deslocador do Zn de complexos e quelatos, e pode deixá-lo livre na solução do solo, o que favoreceria sua precipitação na forma de $\text{Zn}(\text{OH})_2$.

Segundo Díaz et al. (2007), problemas de deficiência de Ca em bananeiras ocorrem em condições de alta temperatura, luminosidade e umidade além da baixa corrente de ar entre as folhas o que desfavorece o fluxo de Ca na planta.

O Ca tem função estrutural, sendo constituinte de pectatos de Ca da lamela média das células, participando dos processos de absorção iônica (Malavolta et al., 1989). Entretanto segundo Furtini Neto et al. (2001), o Ca é o nutriente mais importante para o crescimento de raízes, favorecendo o aumento da absorção de água e nutrientes pelas plantas.

Em solos com elevados valores de pH e alto teor de Ca, ocorre precipitação de P, reduzindo a sua disponibilidade para as bananeiras (Silva et al., 2001a).

Em trabalho avaliando o efeito da profundidade em aspectos nutricionais e produtivos da bananeira Costa et al. (2011), indicaram que em virtude da elevada disponibilidade de cálcio no solo da área estudada (13 a 22 cmolc/dm^3), os teores foliares do nutriente ficaram dentro da faixa considerada adequada por Malavolta et al. (1997).

Fernandes et al. (2008), avaliaram aos longo dos dez anos, os teores de Ca no solo foram sempre maiores do que os de Mg, o qual era esperado pela série de retenção de cátions que determina que o Ca é mais fortemente retido na matriz coloidal do solo do que o Mg (Quaggio, 2000).

As plantas absorvem o magnésio da solução do solo na forma de Mg^{2+} , é ativador de enzimas e participa nos processos de absorção iônica, na fotossíntese e na respiração e de acordo com Malavolta (1976), para a maioria das culturas intensivas, a deficiência de Mg é causada mais frequentemente por condições adversas do solo ou, então, por falta real de Mg do que por relação K/Mg muito ampla, exceto sob condição de adubação potássica pesada e sucessiva devido ao aumento anormal do teor de K no solo.

Os micronutrientes tem sua importância na produtividade da cultura da bananeira, pois eles controlam muitos processos fisiológicos, intervindo principalmente como catalizadores

de reações (Diniz et al., 1999). Mesmo sabendo de sua essencialidade são poucas as referências sobre as exigências de micronutrientes em bananeira.

Segundo Godoy et al. (2012), para o micronutriente Fe a disponibilidade pode variar muito com as condições de oxidação do solo. Mesmo com essa variação, segundo Espinosa (2006), não é comum a observação de sintomas da sua deficiência na cultura da bananeira, sendo mais comum sua toxidez.

De acordo com Hoffmann et al. (2010), o elemento Fe é o segundo micronutriente mais extraído pela bananeira. Trabalho realizado por Diniz et al. (1999) relata que o micronutriente mais absorvido pela bananeira foi o ferro e o autor atribuiu ao efeito do pH do meio que encontrava-se em torno de 4,0.

A diminuição na concentração de micronutrientes no solo, com o aumento do pH, é amplamente relatada na literatura (Nunes et al., 2008).

Segundo Moreira & Fageria (2009), o micronutriente cobre é extraído em pequenas quantidades pelas bananeiras, sendo muito pouco utilizado nos programas de adubação, porque as deficiências deste nutriente em bananeiras são muito raras (Espinosa, 2006). Segundo Lahav & Turner (1983), o cobre é necessário em quantidades muito pequenas em plantas de bananeira e nos trabalhos de Diniz et al. (1999), foi o micronutriente absorvido em menor quantidade. Segundo Borges & Caldas (2004) a faixa estabelecida para cobre é de 6-7 mg kg⁻¹.

A maioria das funções do Cu como nutriente estão baseadas na participação de compostos enzimáticos de Cu em reações redox (Marschner, 1995). Malavolta (1994), afirma que o Cu na solução do solo, e o adsorvido estão em equilíbrio e são considerados disponíveis para as plantas, enquanto os ligados a óxidos e em restos orgânicos estão relativamente não disponíveis.

Rodrigues et al. (2007) relatam que as altas concentrações de Zn no solo, associada a baixas concentrações foliares de Zn são comuns na região do Norte de Minas Gerais, indicando restrição na disponibilidade desse nutriente para as plantas.

Entretanto já relataram a importância do zinco para bananas Enxerto (Prata-anã), indicando que, neste cultivar, um dos fatores que favoreceu a incidência do Mal-do-Panamá foi a carência de zinco no solo e, conseqüentemente, na planta (Malburg et al., 1992).

Trabalho realizado por Melo et al. (2006), relataram que o Zn revelou um comportamento bem definido, aumentando com a profundidade do solo e com teores de argila, significando que a disponibilidade deste elemento para as culturas pode resultar em deficiência, visto que depende das formas como o Zn encontra-se no solo, podendo estar

relacionadas com o material de origem, mineralogia do solo e condições de acidez (Wilkinson, 1972).

Segundo Borges et al. (2006), o micronutriente manganês não têm apresentado, na maioria das vezes, deficiências nas bananeiras, em razão dos altos teores desses nutrientes nos solos brasileiros. Mas segundo Souza, (1999) á medida que o pH do solo se eleva, a disponibilidade de Mn reduz.

A atividade e conseqüentemente a disponibilidade de Mn na solução do solo diminui 100 vezes para cada aumento de uma unidade no pH do solo (Lindsay, 1979).

O manganês é o micronutriente mais extraído pela cultura da banana (Espinosa, 2006), com isso Raij (1991) relataram que os valores estão dentro da faixa de distribuição entre (200 e 800 mg kg⁻¹) dos solos em geral. Mas segundo Leonel & Dematto Junior (2007), caracterizando dezessete áreas com cultivo de bananeira, encontrou teores médios de Mn variando entre (390 - 1465 mg kg⁻¹) e classifica esses valores de altos em todas as áreas produtoras.

Marschner (1986) considera o Ni como um elemento essencial às plantas e, portanto, um micronutriente, que não se tem muitas referências. O Ni foi incluído na lista dos micronutrientes essenciais para plantas superiores, mas assim, como os outros nutrientes, a separação entre a concentração ótima e a tóxica é muito estreita e apesar dos mecanismos de fitotoxicidade ainda serem pouco conhecidos, sabe-se que altos teores nos tecidos vegetais inibem a fotossíntese e a respiração (Kabata-Pendias & Pendias, 2001).

2.5. Manejo da Cultura da Bananeira

A bananicultura representa um setor importante da economia brasileira e de grande significância para o Estado de Pernambuco, pelo fato de a Zona da Mata ser uma importante região produtora da fruta. Na região Nordeste, o Estado de Pernambuco encontra-se em posição de destaque e, de acordo com as estimativas do IBGE, foi em 2010 o segundo maior produtor regional. Estima-se que a safra pernambucana em 2011 seja 16,21% inferior ao ano anterior, ficando com a terceira posição.

O manejo é uma etapa do processo produtivo de grande relevância para a rentabilidade do produtor, pois representa um dos custos mais elevados da produção agrícola. Apesar de ser cultivada em diversos tipos de solos, a bananeira prefere solos ricos em matéria orgânica, bem drenados, argilosos ou francos, que tenham boa capacidade de retenção de água e topografia favorável (Rangel, 1997).

Macaparana e São Vicente Ferrer apresentam um relevo marcante, ondulado e forte-ondulado e, segundo Mendes et al. (2011), as declividades acentuadas, geralmente superiores

a 35%, refletem a necessidade do uso de técnicas agrícolas conservacionistas, como o plantio em curva de nível, o uso de cobertura vegetal, cultivos consorciados, a manutenção de restos de culturas, a implantação de cordões vegetados, etc., a fim de minimizar as perdas de solo por erosão.

Para Santos et al. (2009), as práticas conservacionistas controlam a erosão em terrenos nos quais os fatores chuva, solo, topografia e uso favoreçam a aceleração do processo, como pode ser observado nas áreas sob cultivo de bananeira em São Vicente Férrer e Macaparana, que se encontram em relevo ondulado e forte ondulado. A erosão não é maior nessas áreas devido aos restos culturais que são deixados na área de cultivo.

Silva et al. (2005b), analisando as perdas de solo e água em um Argissolo Vermelho Amarelo, encontraram que com o aumento da porcentagem de cobertura do solo, para as intensidades de precipitação observadas, possibilitou diminuição expressiva nas perdas de solo. Isso mostra que o uso de compostos orgânicos, além de reduzir as perdas de solo, está relacionada com a liberação gradual de nutrientes para o solo e isso tem importância também ambiental, reduzindo prováveis perdas para o lençol freático, o que limitaria a produtividade, transmitindo risco ao meio ambiente.

O uso de insumos locais aumenta o valor agregado e propicia uma cadeia de comercialização mais justa. A agricultura orgânica disponibiliza produtos saudáveis e livres de agrotóxicos, além de redução de impactos ambientais. Para Pimentel et al. (2005), as técnicas de agricultura orgânica, em comparação a agricultura convencional, podem ser mais sustentáveis.

Theodoro et al. (2003), comparando áreas de cultivo de café nos sistemas orgânico e convencional, verificaram maiores teores de nutrientes no solo no sistema orgânico, mas também não observaram diferenças em propriedades físicas do solo Rickerl et al. (1989), relatavam que as populações de organismos foram 29% maiores em solos sob cultivo mínimo em comparação com os solos sob plantio convencional.

Fazendo uma comparação econômica entre cultivo orgânico e convencional, Delate et al. (2003), obtiveram um aumento de 25% em termos econômicos para um sistema orgânico em relação ao convencional, porque a agricultura orgânica torna as condições climáticas mais favoráveis.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do Meio Físico

Os municípios de Macaparana e São Vicente Férrer estão inseridos na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte, com altitudes variando entre 450 a 1.000 metros. Na área estudada, que está relacionada com a frente oriental do Planalto, o relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados (CPRM/PRODEEM, 2005).

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 thronjdemíticas (CPRM/AD-DIPER, 2001).

A vegetação predominante da região em estudo é floresta subcaducifólia. A floresta subcaducifólia é uma formação mesófila, com porte em torno de 20 metros (estrato mais alto), que apresenta como principal característica 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), parte dos municípios encontra-se na área da mata úmida.

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

De acordo com Silva et al. (2001b) e Silva et al. (2000), os solos dominantes na região são Argissolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelhos, podendo ser distróficos e eutróficos, relevo variando de ondulado a montanhoso.

3.2. Seleção dos Locais, Coleta dos Solos e Processamento das Amostras

A escolha dos locais para a coleta dos perfis foi feita após o percurso de toda a microrregião da Mata Norte, sob o cultivo de bananeira, com o auxílio de mapas geológicos e de solos, e do exame de solos no campo. Foram selecionadas áreas nos municípios de São Vicente Férrer e Macaparana, que apresentavam mesma condição de clima, materiais de origem diferentes e pequenas variações em relação à posição no relevo (Figura 1).

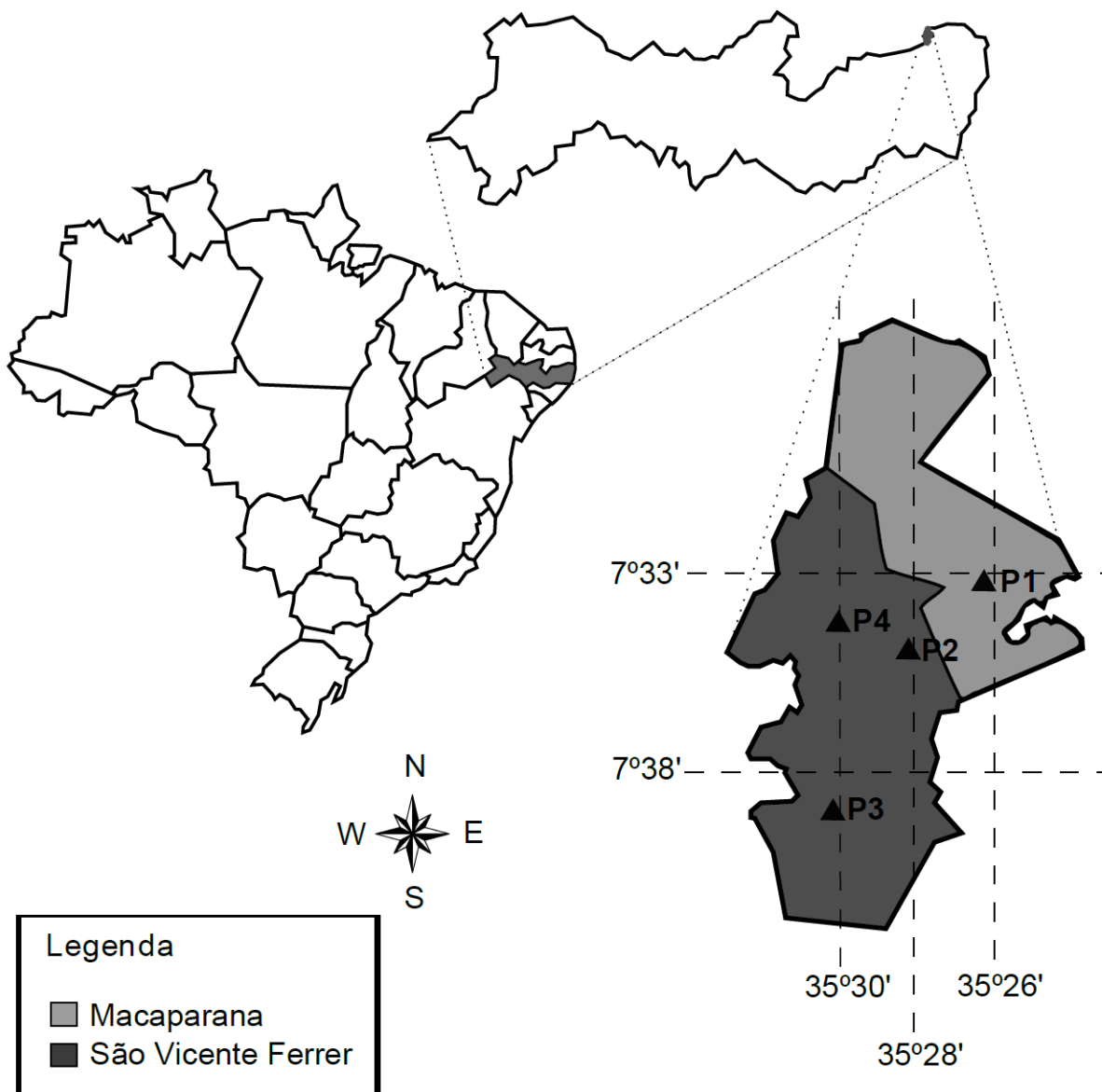


Fig. 1. Mapa de localização das áreas de estudo. Os símbolos dentro do mapa significam os locais de coleta.

3.3. Manejo das áreas

BANANEIRA cultivar Pacovan

- Adubação Orgânica
 - Esterco de galinha ou de caprino ou de bovino o que encontrar mais disponível. Aplica em média uma lata de 15 kg.
- Adubação Mineral
 - Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NPK), (05-07-32) aplicar quando estiver dentro das condições, 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.

A única área que não tem recebido adubação NPK nos últimos 3 anos é a área em que se encontra o perfil 2.

As plantas companheiras são apenas roçadas quando necessárias.

Foram selecionadas três áreas no município de São Vicente Férrer e uma no município de Macaparana. No município de Macaparana, o perfil 1 foi localizado no Engenho Recanto, situado geologicamente na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos do Complexo Salgadinho, representado por ortognaisse tonalítico a granítico e dos Granitóides e nas proximidades o afloramento encontrado corresponde ao migmatito, com níveis de anfibólio biotita gnaisse.

No município de São Vicente Férrer, o perfil 2 foi localizado na Fazenda Oito Porcos. Segundo o mapa da CPRM (2005) na escala de 1:100.00, a geologia da época neoproterozóico com granitóides indiscriminados, granito, granodiorito, monzogranito e a rocha que se encontrava próximo em afloramento era uma biotita gnaisse leucocrático.

O perfil 3, na Fazenda Várzea do Bredo, no distrito de Siriji, fica a aproximadamente doze quilômetros da cidade de São Vicente Férrer. Seguindo as coordenadas geográficas no mapa referente à geologia, corresponde ao mesmo material geológico da Fazenda Oito Porcos, que segundo o mapa da CPRM (2005), é o neoproterozóico com granitóides indiscriminados, granítico, granodiorito, monzogranito. A rocha que se encontrava em afloramento próximo ao local de coleta foi indicada como uma biotita gnaisse leucocrático.

O perfil 4, também em São Vicente Férrer, fica na localidade de Chã dos Esquecidos; no Engenho Açude Novo. Seguindo as coordenadas geográficas corresponde ao material geológico referente ao paleoproterozoico, complexo salgadinho: Ortognaisse tonalítico a granítico (CPRM, 2005). Não foi visualizado nas proximidades nenhum afloramento de rocha.

Nas áreas selecionadas foram abertas trincheiras, procedendo-se a separação dos horizontes e a descrição morfológica de acordo com Santos et al., 2005. Considerando a necessidade de se estudar o potencial de fornecimento de nutrientes dos solos, as trincheiras foram abertas até o material de origem ou até um horizonte com dominância de minerais primários. Em seguida as amostras deformadas e indeformadas foram coletadas por horizonte, para realização de análises físicas, químicas e mineralógicas. Após avaliação dos resultados laboratoriais, os solos foram classificados segundo critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).

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, os torrões grandes foram separados 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, onde foram feitas as determinações analíticas.

As frações maiores que 2 mm (cascalhos e calhaus) foram colocadas em recipientes com água, seguido da adição de, 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 sobre a peneira de 2mm, visando a remoção completa das partículas menores que 2 mm, e o material retido foi seco em estufa.

Após secagem, a fração calhau (Ø 20 mm) foi separada com o auxílio de uma régua. Em seguida, cascalhos e calhaus foram pesados, procedendo-se o cálculo das suas percentagens em relação ao peso total da amostra.

3.4 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).

A análise granulométrica foi realizada pelo método do densímetro, utilizando uma solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico e agitação mecânica lenta por 16 horas, em agitador Wagner. As frações argila e silte passaram na peneira de 0,53mm e a fração areia que ficou retida foi levada para estufa a 105°C por 48 horas e em seguida pesada. A fração argila foi determinada com a utilização do densímetro após 24 horas. O silte foi calculado por diferença. A argila dispersa em água foi determinada pelo mesmo método, com excessão da utilização do dispersante, e em seguida foi feito o cálculo do grau de flocculação.

A densidade do solo (Ds) foi obtida pelo método do anel volumétrico ou pelo método do torrão, no caso de dificuldade de retirada do anel e a densidade de partículas (Dp) pelo método do balão volumétrico. A porosidade total (Pt) foi calculada a partir dos dados obtidos das densidades do solo e das partículas, empregando-se a seguinte expressão: $Pt = 100(1 - Ds/Dp)$.

A superfície específica foi obtida de acordo com Quirk (1955), utilizando 1g de argila, previamente tratadas com peróxido de hidrogênio (eliminação da matéria orgânica), em cadinho de porcelana. As amostras foram postas em dessecador com Pentóxido de fósforo (P₂O₅), permanecendo por 8 dias, após os quais foram pesadas em balança com 4 dígitos decimais. Em seguida, as mesmas amostras foram postas em outro dessecador com Acetato de

Potássio (CH_3COOK), durante o mesmo intervalo de tempo, sendo seguido o mesmo procedimento de pesagem. A diferença de peso entre os dois tratamentos foi multiplicada por 3,6 e depois por 1000, tendo como resultado a superfície específica (SE em $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$).

Para determinar a estabilidade dos agregados em água, a metodologia adotada foi a recomendada por Kemper & Chepil (1965), com algumas modificações. Assim foram utilizadas 25 g de solo e peneiras de 3,35 mm, 2,00 mm, 1,00 mm, 0,50 mm, 0,25 mm e 0,106 mm de abertura, utilizando-se água para umedecimento por capilaridade. O peneiramento mecânico por oscilação vertical foi feito por 15 minutos, com frequência de 35 oscilações/minuto. Após o término das oscilações, o conteúdo retido em cada uma das peneiras foi seco em estufa a 105°C , durante 24 horas, pesado, sendo em seguida feita a adição de NaOH 0,5 M deixado por 24 horas, em seguida foram lavadas abundantemente com água corrente, sobre suas devidas peneiras, visando a remoção completa das partículas que não são consideradas agregados (que não se dissolvem com o hidróxido de sódio), levado novamente a estufa a 105°C , durante 24 horas, pesado. Esse material foi utilizado para correção da estabilidade de agregados.

3.5 Análises Químicas

As análises químicas de rotina foram, em sua maioria, realizadas segundo metodologia descrita por Embrapa (1997), nos Laboratórios de Química e de Fertilidade do Solo da UFRPE. Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis foram extraídos por KCl; o potássio, sódio e fósforo disponível, foram extraídos por Mehlich-1; a acidez potencial ($\text{H}+\text{Al}$) foi extraída com solução tamponada de acetado de cálcio a pH 7,0 foi determinado também carbonato equivalente. Com base nos resultados das análises químicas foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação por bases (V%) e por alumínio (m%). O pH foi determinado potenciometricamente utilizando-se relação 1:2,5 de solo : água e KCl. O carbono total foi determinado pelo método de Walkley-Black modificado por Yeomans & Bremner (1988), a matéria orgânica por sua vez, foi estimada com base no carbono orgânico.

3.5.1 Extração Total e Disponível dos Micronutrientes Catiônicos

Total (T)- Para extração dos teores totais de Fe, Cu, Zn, Mn e Ni, foram adotados procedimentos de ataque ácido, com digestão em forno micro-ondas (Mars Xpress) conforme método 3052 da Environmental Protection Agency (USEPA, 2007).

Uma grama de solo foi, previamente, fragmentada em almofariz de ágata, homogeneizada e passada em peneira de 0,5 mm de abertura de malha (ABNT 35).

Posteriormente, foi colocada em tubos de digestão de Teflon® de alta pressão, adicionando-se 9 mL de ácido nítrico 65% (v/v), 3 mL de ácido fluorídrico 36% (v/v) e 3 mL de ácido clorídrico 37% (v/v), aquecidos por radiação micro-ondas por 8'40" na rampa de temperatura, tempo necessário para atingir 180°C, mantendo-se esta temperatura por mais 9 minutos e 30 segundos. Após resfriamento, foram adicionados 0,5g de H₃BO₃ para complexação dos fluoretos remanescentes e novamente aquecidos por radiação micro-ondas por 8'40" na rampa de temperatura, tempo necessário para atingir 180°C, mantendo-se esta temperatura por mais 1 minuto. As amostras foram transferidas para balões certificados (NBR ISO/IEC) de 50 mL, sendo o volume dos balões completado com água ultra pura e os extratos filtrados em papel de filtro quantitativo azul, sendo posteriormente armazenados em recipientes de polietileno em geladeira. As análises foram realizadas em duplicatas e, paralelamente, foram feitas provas em branco.

Disponível- O extrator Mehlich-1 foi utilizado na relação solo:solução 1:5, com agitação por 5 minutos, filtrando o sobrenadante para a determinação dos elementos. Em todos os extratos (Total e disponível) obtidos foram analisados Fe, Cu, Zn, Mn e Ni, por Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA) AAnalyst 800.

3.5.2 Extração de Ferro(Fe) e Alumínio (Al) por DCB (Ditionito –Citrato – Bicarbonato), Oxalato e Pirofosfato

Os elementos Al e Fe foram determinados em extratos de ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (Mehra & Jacson, 1960), em extrato de oxalato ácido de amônio (McKeague & Day, 1966) e em extrato de pirofosfato de sódio (McKeague, 1978). Para determinação dos teores e da composição química dos óxidos de Fe de alta e baixa cristalinidade (goethita - Gt e hematita - Hm) foram utilizados o método ditionito-citrato-bicarbonato (DCB) e do oxalato de amônio e o extator pirofosfato de sódio, que é considerado como mais seletivo para extração dos óxidos associados à fração orgânica do solo. Nos extratos, os elementos Fe e Al foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica AAnalyst 200.

3.5.3 Extração por Ataque sSulfúrico

Os elementos Si, Al e Fe foram determinados a partir dos extratos por ataque sulfúrico em amostras de 1,0g de TFSA, maceradas em almofariz de ágata e passadas em peneira de 0,5mm de abertura de malha (ABNT 35). Estas amostras foram colocadas em tubos de digestão de 75 mL, juntamente com 20 mL de H₂SO₄:H₂O (1:1), e levadas à chapa digestora para aquecer a uma temperatura de 170 °C, por 30' com funil de condensação. Após esfriar lavou-se o fundo do funil com 50 mL de água destilada, sendo as amostras 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 4 mL de NaOH 30%, fervendo por 1 minuto. Estes foram transferidos para balões de 250 mL, obtendo-se o extrato B (Embrapa, 1997).

O alumínio foi dosado por titulometria, com o uso de 50 mL do extrato A, em balão de 100 mL, com a adição de ± 3 gotas de fenolftaleína (0,5%) (indicador), sendo neutralizado com NaOH 40%. Após a neutralização o balão foi posto em banho-maria 70-80°C/30 minutos. Após esfriar, completou-se o volume e filtrou-se. Em seguida 25 mL foram pipetados e neutralizados com HCl (1:1) HCl:H₂O, sendo adicionados 10 mL da solução de EDTA 0,05 mol L⁻¹, 10 mL da solução tampão pH 4,6 e fervendo durante 1 minuto. Após resfriamento, foram adicionados 10 mL de H₂O, 40 mL de álcool etílico e 2 mL solução ditizona (indicador), realizando a titulação com solução ZnSO₄ 0,05 M.

O silício foi dosado por processo gravimétrico, em 25 mL do (extrato B), ao qual foram adicionados 15 mL de H₂SO₄:HNO₃ (1:2) até fervura para evaporar todo excesso e o material ficar gelatinoso. Após resfriamento foram adicionados ± 50 mL de H₂O destilada, sendo a mistura agitada com agitador magnético até dissolver suas partículas gelatinosas. A mistura foi deixada em repouso por 1 minuto, filtrada em papel de filtro faixa branca e lavada com H₂O destilada, até não apresentar reações de sulfatos com solução de cloreto de bário a 5%. Levou-se o papel de filtro com o resíduo em cadinho de porcelana para queimar em mufla a 900-1000°C/h.

O Fe obtido no (extrato A) foi quantificado por espectrofotometria de absorção atômica AAnalyst 200.

3.6 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 raios-X (DRX), com tratamentos específicos inerentes a cada fração, conforme recomendações apresentadas por Jackson (1975) e Whitting & Allardice (1986).

Os difratogramas foram obtidos no difratômetro Shimadzu XRD- 6000, operando a uma tensão de 40 kv, com corrente de 20 mA, radiação de CuK α , com monocromador de grafite. A amplitude de varredura foi de 5 a 70° (2 θ) e uma velocidade de registro de 1,5° 2 θ min⁻¹ para o pó da argila e silte. Nas amostras submetidas à saturação, a amplitude de varredura foi de 5 a 35° (2 θ) e também com a velocidade de 1,5° 2 θ min⁻¹.

As amostras desorientadas de argila e silte (em pó), em especial a argila, receberam um tratamento prévio visando à remoção de cimentantes químicos com a utilização do

peróxido de hidrogênio 10 (v/v). Após esta eliminação, as amostras foram para estufa a 65°C onde permaneceram até a perda da umidade. Foram então trituradas em almofariz de ágata, passadas em peneira com malha de 300 µm (ABNT 50) em suporte de metal, após pressão suave sobre a amostra com papel, de forma a minimizar a orientação preferencial das partículas.

As amostras de argila foram saturadas com K⁺ e Mg²⁺, sendo passadas na temperatura ambiente. As amostras saturadas com Mg, que apresentaram picos no intervalo de 5 – 10 20 min⁻¹, foram solvatadas com glicerol e passadas no raio-x novamente. As saturadas com K obtiveram tratamentos de aquecimento a 350° e 550°C.

As frações cascalho e areia foram descritas por meio de lupa binocular Olympus SZ40, com objetiva 10 X e sistema de aumento zoom variando de 0,67 X até 4 X. Foram utilizados métodos que envolveram: (1) homogeneização e quarteamento da amostra; (2) microtestes físicos (ímã para separar os minerais magnéticos) e químicos (adição de HCl a 10%, a frio, para a determinação de agregados carbonáticos, e H₂O₂ a 10%, a frio, para a determinação de agregados de óxido de manganês); (3) descrição e caracterização de algumas propriedades físicas determinativas dos minerais (Klein & Hurlbut Jr., 1999; Leinz & Campos, 1979), como: brilho, cor, clivagem, fratura; (4) avaliação semiquantitativa dos percentuais dos constituintes minerais descritos, baseada no método de estimativa visual proposto por Terry & Chilingar (1955); e (5) estimativa do grau de arredondamento dos grãos de quartzo, realizada por comparação destes com aqueles apresentados na classificação, quanto ao grau de arredondamento e esfericidade de Powers (1953), para verificar indícios de transporte de material.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Atributos morfológicos e classificação dos solos

Os atributos morfológicos dos perfis estudados são apresentados na Tabela 1 e a caracterização morfológica completa consta do Anexo com as descrições gerais dos perfis e respectivos boletins analíticos.

Tabela 1: Características morfológicas dos solos

Hor.	Prof. (cm)	Cor		Estrutura	Consistência		Transição
		Úmida	Seca		Úmida	Molhada	
Perfil 1 - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico							
Ap	0 – 10	7,5 YR 2,5/1	7,5 YR 3/1	2 MP P M Gr Bla Bls	Fi	Pl Pe	g p
A1	10 – 26	10 YR 2/1		2 MP P Bls	Fi	Pl Pe	g p
A2	26 – 46	10 YR 2/1		2 MP P Bls	Fi	Pl Pe	a o (20-23cm)
Bt	46 – 70	7,5 YR 4/6		1 M G Bls	MFi	Mt Pl pe	c p
C	70 – 110			3	MFi	Pl Pe	g p
Cr	110 – 123+						
Perfil 2 - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico							
Ap	0 – 10	7,5 YR 4/3	7,5 YR 5/4	2 P M Bls	Fi	Pl Mt Pe	c p
AB	10 – 22	7,5 YR 4/4		1 P M Bls	Fi MFi	Mt Pl Pe	g p
BA	22 – 40	7,5 YR 4/4		2 P M Bls Bla	Fi MFi	Mt Pl Pe	g p
Bt1	40 – 84	7,5 YR 4/6		1 P M Bla	Fi	Mt Pl Mt Pe	g p
Bt2	84 – 112	5,0 YR 4/4		3	Fi MFi	Mt Pl Mt Pe	d p
Bt3	112 – 152	5,0 YR 4/6		3	Fi MFi	Mt Pl Pe	d p
BC	152 – 172+						
Perfil 3 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico nitossólico							
Ap	0 – 13	10 YR 4/3	10 YR 5/3	1 2 P M Gr Bls	Fi	Mt Pl Mt Pe	c p
AB	13 – 34	7,5 YR 4/6		1 2 P M Bls	Fi	Mt Pl Mt Pe	g p
BA	34 – 62	5 YR 4/6		1 2 MP P Bls Bla	Fi	Pl Mt Pe	g p
Bt1	62 – 118	5 YR 4/6		2 MP P Bls Bla	Fi	Mt Pl Mt Pe	d p
Bt2	118 – 180	2,5 YR 4/6		4 MP P Bla	Fi	Mt Pl Mt Pe	
BC	180 – 220						
Cr	220 – 255						
Perfil 4 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitossólico							
Ap	0 – 17	10 YR 4/3	10 YR 5/3	2 P M Gr Bls	Fr	Mt Pe	g p
AB	17 – 35	10 YR 4/4		1 2 MP P Bls	Fr	Mt Pe	g p
BA	35 – 60	7,5Y R 5/6		1 P M Bls	Fi	Mt Pe	g p
Bw1	60 – 95	7,5Y R 5/8		1 MP M Bls	Fi	Mt Pe	d p
Bw2	95 – 145	7,5Y R 5/6		1 2 MP P M Bls	Fi	Mt Pe	g p
Bt1	154 – 200	5Y R 5/8		2 MP M Bls Bla	Fr	Mt Pe	
Bt2	200 – 260	-					

Estrutura: 1 – fraca; 2 – moderada; 3 – Maciça; 4 – Forte; MP – muito pequena; P – pequena; M – média; G – grande; Gr – Granular; Bla – blocos angulares; Bls – blocos subangulares; Consistência: Fr – friável; Fi – firme; MFi – muito firme; Mt – muito; Pl – plástico; Pe – pegajoso. Transição: a – abrupta; g – gradual; d – difusa; c – clara; p – plana; o - ondulada

A morfologia dos solos estudados é indicativa de um gradiente muito claro na evolução pedogenética dos solos.

O perfil 1 apresenta sequência de horizontes Ap-A1-A2-Bt-C e Cr, com o horizonte A atingindo 46 cm de profundidade, com todos os sub-horizontes apresentando cor preta, no matiz 10YR, valor 2 ou 2,5 e croma 1, textura franco-argilosa e estrutura fortemente desenvolvida, muito pequena e pequena granular e, ou em blocos, características que preenchem os requisitos de um horizonte A chernozêmico, transitando de forma abrupta e ondulada para o Bt (Figura 2).

O horizonte Bt, com 24 cm de espessura, tem textura argila e estrutura média a grande em blocos subangulares, com presença de cerosidade comum e moderada, apresentando consistência muito firme, muito plástica e pegajosa, transitando a 70 cm de profundidade, de forma clara e plana, para um horizonte C, com muitos minerais primários e textura franco-argilosa. A 110 cm de profundidade tem início o horizonte Cr, constituído pelo saprolito da rocha do embasamento.

As características morfológicas como pequena profundidade do solum, presença de saprolito da rocha do embasamento a 110 cm de profundidade e grande quantidade de minerais primários alteráveis ao longo de todo o perfil refletem grau de intemperismo não muito avançado e uma boa reserva potencial de nutrientes para as plantas. A estrutura em blocos, média e grande no horizonte Bt, apesar do alto grau de umidade durante a descrição, aponta para a presença de argilas de atividade alta. Ao longo dos horizontes superficiais (Ap, A1 e A2) foi observada a presença de fragmentos de rocha, provavelmente remanescentes de bandas mais resistentes da rocha do embasamento (gnaisse).

Com base na morfologia e nas análises físicas e químicas (Anexo) este perfil foi classificado como CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico, textura média/argilosa, fase floresta subcaducifólia relevo ondulado (MTo).

Os Chernossolos, na área do estudo, são moderadamente drenados e estão relacionados com as posições mais baixas e dissecadas da área, em um relevo caracteristicamente ondulado, que ocorre nas proximidades dos vales dos rios de maior porte. Segundo Anjos et al. (1999), os solos com características chernozêmicas possuem grande expressão da interação das frações orgânicas do solo, influenciando nas características estruturais, na cor e nos teores de carbono orgânico. Para Campos et al. (2008), as cores dos solos são influenciadas pelo predomínio de hematita, goethita ou ainda pela presença de matéria orgânica. O croma-escuro (N 2/, úmido) do horizonte superficial do Chernossolo (MTo) é devido à presença de matéria orgânica. De acordo com Nacif (2000), que analisou solos da região em estudo, vermiculita e esmectita são os minerais 2:1 mais comuns na fração

argila do Chernossolo. De acordo com Embrapa (2006), esse é um tipo de solo mineral, caracterizado pela cor escura, argila de alta atividade e alta saturação por bases. Está entre as classes de solos mais férteis e agricultáveis. Ele é classificado dentre outros fatores, em função do horizonte A, diferentemente da maioria dos solos, que são classificados em função dos horizontes sub-superficiais. Segundo Castilhos et al. (2002), o Chernossolo, por ser uma classe de baixo grau de intemperismo, apresenta presença de minerais primários e secundários, fontes de K. Em geral, estes minerais são encontrados em solos pouco evoluídos em que prevalecem altas relações Si/Al e altas concentrações de bases (Wollast,1967), mostrando que eles têm tendência de evoluírem para estádios mais avançados. Segundo Tremocoldi (2003), essa classe apresenta alto teor de ferro amorfo, devido ao fato de apresentarem um Ki maior que 3.



Fig. 2. Perfil 1 - CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico.

O perfil 2 apresenta sequência de horizonte Ap-AB-BA-Bt1-Bt2-Bt3 e BC, com transições graduais e difusas e planas entre os horizontes, exceto no Ap, que apresenta transição clara. O horizonte A é pouco espesso e constituído por um Ap com 10 cm e um AB com 22 cm de espessura, provavelmente, em consequência da erosão moderada a severa, em virtude da forte declividade do perfil. Os horizontes apresentam cores brunadas, no matiz

7,5YR, textura argilo-arenosa e estrutura fraca a moderada em blocos subangulares, pequenos a médios (Figura 3).

O horizonte Bt tem a espessura de 130 cm e estrutura variando de moderada a fraca, pequena a média blocos subangulares e angulares e cerosidade abundante ou comum e moderada, com textura argila em todos os sub-horizontes do Bt. A cor predominante nos primeiros 100 cm do horizonte Bt (BA e Bt1) é brunada, no matiz 7,5YR. Os sub-horizontes Bt2 e Bt3 apresentam cores no matiz 5YR. O perfil apresenta pequeno gradiente textural, com o valor de 1,32 (Figura 3). O horizonte BC se prolonga até mais de 172 cm de profundidade.

As características morfológicas deste solo, como textura argilosa ao longo de todo o perfil, presença marcante de cerosidade no horizonte Bt e ausência de gradiente textural são compatíveis com a ordem dos Nitossolos, da qual foi descartado pela presença de policromia, sendo classificado como ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico, A moderado, textura argilosa, fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado (PAe), considerando a coloração dominante nos primeiros 100 cm do horizonte Bt, inclusive BA (Embrapa, 2006). Almeida (2009), trabalhando em topossequência na mesma região, encontrou no terço inferior da encosta um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico nitossólico, A moderado, textura média/argilosa, fase floresta subperenifólia, relevo ondulado. Pela característica morfológica e cor do matiz, é um solo semelhante ao Podzólico Vermelho-Amarelo orto, que encontra-se sob fase floresta subcaducifólia em relevo montanhoso, descrito no levantamento de Pernambuco, distando 6 km de São Vicente Ferrer (Jacomine et al., 1972). Outros perfis semelhantes são os encontrados por Chagas et al. (2010), avaliando variáveis discriminantes no mapeamento digital de solos com uso de redes neurais artificiais no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, com sete perfis da classe Argissolo Vermelho Eutrófico nitossólico.

Estes solos são muito profundos e ocorrem relacionados com o relevo mais movimentado, forte ondulado e montanhoso, com declividades que podem variar de 25 a 45%.



Fig. 3 Perfil 2 - ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico.

O perfil 3 tem sequência de horizontes Ap-AB-BA-Bt1-Bt2-BC e Cr, muito profundo, com o saprolito (Cr) atingindo mais de 255 cm de profundidade. Apresenta menor declividade do que o PAe (perfil 2), no local da descrição, mostrando um horizonte A mais preservado. O horizonte A (Ap e AB) tem 34 cm de espessura e coloração bruno-escura (10YR 4/3) e bruno-forte (10YR 4/6) respectivamente em Ap e AB. A estrutura é fraca a moderada granular e em blocos subangulares e a textura franco-argilosa, com transição gradual e plana para o BA.

O horizonte Bt tem espessura de 146 cm e cor predominantemente vermelho-amarelada, no matiz 5YR, apenas o Bt2 apresentando cor vermelha, no matiz 2,5YR. A textura varia de argilosa a muito argilosa contribuindo para um gradiente textural compatível com a presença de um B textural. Em todo o horizonte Bt a cerosidade variou de comum a abundante e moderada a forte, com uma estrutura moderada a forte, pequena a média, em blocos subangulares e angulares, características que caracterizam solos transicionais para Nitossolos (Figura 4).

As características morfológicas e as análises físicas e químicas constantes do anexo, permitem a classificação deste solo como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico nitossólico, A moderado, textura média/muito argilosa, fase floresta subcaducifólia relevo forte ondulado (PVAe).

São solos muito profundos, semelhantes ao perfil PAe, relacionados com áreas mais movimentadas, de relevo forte ondulado e montanhoso, com declividades entre 25 e 45% e vertentes côncavas, típicas de rochas gnáissicas, entretanto, segundo Menezes et al. (2011), nos solos formados de gnaisses, a diferença de resistência ao intemperismo propicia solos mais profundos, silto-arenosos ou argilo-arenosos, portanto, mais susceptíveis à erosão e quanto a fertilidade, segundo Brighenti et al. (2012), os Argissolos derivados de gnaisses podem apresentar fertilidade química variável, de acordo com o ambiente onde se formaram. Esse tipo de relevo acidentado induz, por si só, a necessidade de estudos que permitam obter conhecimentos que serão utilizados como base de planejamento para o manejo adequado desses solos. Perfil semelhante foi estudado por Mendonça et al. (2006), Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico. Sendo uma classificação que ocorre em 1,9% da porção leste do Estado da Paraíba, que também encontra-se situada em fase floresta subcaducifólia, relevo plano e suavemente ondulado – (PVAe). Esses solos têm B textural não hidromórfico, argila de atividade baixa ou alta, se conjugada com saturação por bases baixa, moderadamente drenados e profundos.



Fig. 4 Perfil 3 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico nitossólico.

O perfil 4, pela sua morfologia, caracteriza-se como o que apresenta maior grau de desenvolvimento pedogenético, com sequência de horizontes Ap-AB-BA-Bw1-Bw2-Bt1 e Bt2, com o solum atingindo profundidade maior que 260 cm. O horizonte A (Ap + AB) tem

35 cm de espessura e coloração bruno-escuro e bruno-amarelado-escuro, no matiz 10YR, com estrutura fraca a moderada, pequena a média granular e muito pequena e pequena em blocos subangulares e textura variando de argilo-arenosa a argila. Apresenta transição gradual e plana para o BA.

O horizonte Bw apresenta 110 cm de espessura, com coloração amarelada sendo seguido por um horizonte B nítico (Bt), com a coloração vermelho-amarelada (5YR), ocorrendo apenas nos sub-horizontes Bt1 e Bt2. Tem textura muito argilosa, com textura argila apenas no BA. A estrutura dos sub-horizontes BA, Bw1 e Bw2 é fraca muito pequena a média blocos subangulares, e a cerosidade é pouca e fraca. Nos horizontes de cores vermelho-amareladas (Bt1 e Bt2), a estrutura tem maior grau de desenvolvimento, sendo fraca e moderada muito pequena a média em blocos subangulares e angulares, apresentando cerosidade comum e moderada.

Com base nas características morfológicas, como a coloração, desenvolvimento estrutural e cerosidade, e nas análises físicas e químicas constantes do anexo, este perfil foi classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitossólico, A moderado, textura muito argilosa, álico, fase floresta subcaducifólia relevo forte ondulado



Fig. 5 Perfil 4 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitossólico

4.2 Propriedades Físicas dos Perfis

Das propriedades físicas recebem atenção especial análises simples, de baixo recurso e que traduzem resultados de importância inquestionável, dentre essas serão abordadas aqui a granulometria, densidade do solo, densidade das partículas, porosidade total, estabilidade de agregados e superfície específica.

Propriedades físicas de solos sob condições naturais apresentam grande variabilidade espacial. Em áreas sob cultivo, além da variação natural, existem fontes adicionais de variabilidade devido ao manejo exercido. O cultivo intensivo do solo e o seu preparo em condições inadequadas alteram características físicas. O manejo adequado dos solos cultivados é essencial para manter as propriedades físicas dos solos com mínimas alterações; além de garantir o bom desenvolvimento das culturas.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados das análises físicas dos perfis estudados. A distribuição das frações granulométricas. Essas tem grande importância sobre as propriedades do solo, como aeração e retenção de água. Sabe-se que maiores retenções de água estão associadas aos solos com frações granulométricas mais finas e maior superfície específica. Mota et al. (2008), afirmaram que a medida que aumenta a quantidade de argila, aumenta a quantidade de água retida.

Tabela 2- Propriedades físicas dos perfis de solos estudados

Horizonte	Profundidade. cm	granulometria						GF %	Ds g cm ⁻³	Dp g cm ⁻³	Pt %	DMG mm	SE m ² /g
		AT	AG	AF	Silte g/kg	Argila	Sil/Arg						
CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico													
Ap	0 – 10	486	266	220	288	292	0,99	44	1,46	2,56	43	1,05	76
A2	10 – 26	546	296	250	292	311	0,94	42	1,44	2,57	44	0,94	95
A3	26 – 46	506	269	236	260	315	0,86	51	1,50	2,53	41	0,75	85
Bt	46 – 70	331	196	136	312	455	0,69	14	1,60	2,74	42		93
C	70 – 110	435	235	200	375	276	1,36	71	1,52	2,72	43		102
Cr	110 – 123+	583	408	176	182	261	0,70	73		2,86			85
ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico													
Ap	0 – 10	623	404	219	97	395	0,24	57	1,16	2,57	55	1,04	41
AB	10 – 22	483	310	174	194	371	0,52	35	1,32	2,66	50	1,26	40
BA	22 – 40	386	226	160	195	483	0,40	41	1,41	2,67	47		39
Bt1	40– 84	381	276	106	154	503	0,31	92	1,59	2,68	41		54
Bt2	84 – 112	376	220	157	138	530	0,26	89	1,64	2,73	40		46
Bt3	112 – 152	348	214	134	162	525	0,31	89	1,63	2,64	38		46
BC	152 – 172+	320	201	119	211	498	0,42	89		2,67			42
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico nitossólico													
Ap	0 – 13	490	276	214	391	281	1,39	36	1,33	2,55	48	1,24	49
AB	13 – 34	358	207	151	336	393	0,85	71	1,41	2,74	48	1,29	56
BA	34 – 62	358	210	148	286	534	0,54	99	1,36	2,68	49		46
Bt1	62 – 118	177	102	75,6	320	683	0,47	99	1,23	2,73	55		46
Bt2	118 – 180	191	93	98	298	652	0,46	99	1,40	2,79	50		40
BC	180 – 220	365	169	196	249	508	0,49	99		2,86			44
Cr	220 – 255	759	423	336	218	212	1,03	98		2,86			58

Continua...

Horizonte	Profundidade. cm	granulometria						GF %	Ds g cm ⁻³	Dp	Pt %	DMG mm	SE m ² /g
		AT	AG	AF	Silte g/kg	Argila	Sil/Arg						
LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitossólico													
Ap	0 – 17	494	318	176	125	417	0,30	8	1,45	2,67	41	1,56	42
AB	17 – 35	516	310	206	137	481	0,29	92	1,43	2,72	47	1,50	38
BA	35 – 60	447	276	170	145	567	0,25	93	1,42	2,75	45		42
Bw1	60 – 95	437	266	170	128	625	0,20	94	1,35	2,74	51		43
Bw2	95 – 145	394	248	146	171	628	0,27	94	1,23	2,73	55		40
Bt1	145 – 200	235	144	90	170	762	0,22	98	1,32	2,74	52		43
Bt2	200 – 260	209	130	80	208	761	0,27	96		2,79			39
Saprolito da encosta		370	270	100	413	273	1,51	86		2,86			53

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); Pt (porosidade total); DMG (diâmetro médio geométrico); SE (superfície específica).

Observa-se nos perfis um incremento no teor de argila do horizonte superficial até o horizonte Bt, apresentando gradiente textural característico dos Argissolos e Chernossolos. Para os perfis, as análises granulométricas revelaram uma textura de média a argilosa em superfície, passando para argilosa a muito argilosa em profundidade. O Chernossolo sai da classe de textura média para argilosa, o que confere uma relação B/A de 1,5, responsável pela formação do gradiente textural. Os Argissolos tem suas variações porque no perfil 2 encontra-se textura argilosa do horizonte superficial ao subsuperficial conferindo uma relação menor que 1,4. Mas o que garante a relação textural é a cerosidade abundante e moderada em todo perfil. No perfil 3 tem um gradiente textural bem definido sai de textura média em superfície para a textura muito argilosa em profundidade conferindo um gradiente textural de 1,8. Nos Latossolos, há uma transição gradual. Em superfície a textura é argilosa e em profundidade a textura tona-se muito argilosa, conferindo um gradiente de 1,3 sem apresentar, entretanto, gradiente suficiente para caracterizar um B textural. Sabe-se que o aumento de argila em profundidade confere a um processo predominantemente responsável pela formação de gradiente textural, que é a translocação de argila ou iluviação-eluviação (Phillips, 2007).

A relação silte/argila é utilizada basicamente para discriminar Latossolo e Cambissolo Embrapa (2006), onde baixos teores de silte indicam alto grau de intemperismo. Solos com alto grau de intemperismo normalmente são considerados de boas propriedades físicas para cultivo e de baixa fertilidade, porque os minerais constituintes da rocha já sofreram muitas alterações.

Dentre os perfis avaliados o Chernossolo apresentou as maiores relações, variando de 0,69 a 1,36 g/kg, sendo o maior valor observado no horizonte C. Os perfis 2 e 4 estão dentro de padrões para a classe de solo, na faixa de 0,24 a 0,53 g/kg. O valor de 1,51g/kg para o saprolito é esperado, uma vez que torna-se mais problemática o processo de dispersão.

No perfil 3, tanto no horizonte Ap quanto no horizonte Cr, essa relação encontra-se acima de 1,0g/kg. No Cr alta relação é aceitável porque normalmente encontra-se mais silte que argila. Observando o grau de flocculação, nota-se comportamento semelhante nos Argissolos e Latossolos. Nos horizontes mais superficiais, até mais ou menos os 40 cm mostra-se uma maior dispersão. Em profundidade, o grau de flocculação está acima de 89 chegando a quase 100%. Entretanto o Chernossolo comporta-se totalmente diferente, porque o horizonte Bt é quem apresenta o menor grau de flocculação de 14%. Mas acontece no Chernossolo, e no horizonte B; pode ser um indicativo de que os possíveis fatores reguladores da flocculação sejam de ordem química e mineralógica ficando distante do potencial de carga zero (PCZ). Pois esse é um perfil pouco desenvolvido, que apresenta uma quantidade considerável de minerais primários, que tem mais argilas. Coringa et al. (2012), enfatizam que

o baixo grau de floculação de seus solos, evidenciando o efeito dos argilominerais 2:1 no aumento das cargas negativas do solo, promovendo, assim, a dispersão.

A densidade do solo variou entre os perfis. No perfil 1 a densidade variou de 1,44 a 1,60; no perfil 2 a amplitude de variação foi maior, sendo de 1,16 a 1,64; no perfil 3 variou de 1,23 a 1,41; e no perfil 4 variou de 1,23 a 1,45. Observa-se que o único perfil que apresenta comportamento diferente é o perfil 4, porque os outros perfis as maiores densidades encontram-se nos horizontes subsuperficiais e o perfil 4 a densidade reduz em profundidade. Mas no geral os valores da densidade dos perfis não estão fora de padrões. Segundo Arshad et al. (1996), o limite crítico de 1,70 a 1,75 g/cm³ de densidade seria restritivo ao desenvolvimento radicular em Argissolo Vermelho com textura média. De acordo com Camargo & Alleoni (1997), o valor da densidade 1,55 g/cm³ é considerado crítico para solos franco-argilosos a argilosos e para solo de textura média. Mesmo encontrando valores acima desses, não é motivo de preocupação. Pois a densidade dos perfis que apresentam valores de 1,60 e 1,64 g/cm³ encontra-se abaixo dos 50 cm e sabe-se que o sistema radicular ativo das culturas encontra-se até os 20 cm. Reichert et al. (2003), consideram como densidade crítica, para o bom desenvolvimento do sistema radicular, valor igual a 1,55 g/cm³. Secco et al. (2004), avaliando a produtividade da soja, constataram que valores de densidade de 1,50 g/cm³ não foram suficientes para alterar o rendimento de grãos. De acordo com Borges et al. (1986), densidades superiores a 1,15 g/cm³, em solos de textura muito argilosa, reduzem os teores de nutrientes na parte aérea de plantas de *Eucalyptus* sp. Argenton et al. (2005), consideram 1,45 g cm⁻³ o valor limite de densidade crítica para o crescimento radicular em solos de textura argilosa do Rio Grande do Sul.

A densidade da partícula no perfil 1 variou de 2,53 a 2,86 g/cm³. O perfil 2 variou de 2,57 a 2,73 g/cm³. O perfil 3 variou de 2,55 a 2,86 g/cm³. O perfil 4 variou de 2,67 a 2,86 g/cm³. Esses valores mais altos nos perfis 3 e 4 estão associados a presença dos óxidos, porque na fração areia fina foi possível observar grãos de goethita e no perfil 3 a presença de minerais magnéticos. A densidade de partículas é um atributo em que as mudanças só seriam perceptíveis em um tempo bastante considerável e de acordo com Mota et al. (2008), o valor universal normalmente usado, 2,65 g/cm³, corresponde aos valores médios dos minerais mais comuns em nossos solos tropicais. Sabe-se que valores maiores ou menores da densidade das partículas estão ligados a certos componentes minerais ou orgânicos, com pouca relação com a qualidade física dos solos.

A porosidade total dos perfis variou, sendo no perfil 1 de 41% a 44%; no perfil 2 variou de 38% a 55%; no perfil 3 variou de 48% a 55%; no perfil 4 variou de 46% a 55%, valores esses dentro de padrões encontrado na literatura, pois com base no livro de Kiehl

(1979), nos argilosos, a porosidade varia de 40% a 60%, pois esses materiais tendem a formar agregados que aumentam a porosidade. É uma propriedade que depende da densidade do solo e das partículas, 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., 1997b). Segundo Reichardt & Timm (2004) e Libardi (2005), a porosidade total apresenta normalmente valores na faixa de 52% a 61 %; superiores aos encontrados no perfil 1 e em alguns horizontes dos demais perfis de estudo, indicando um possível problema de aeração, movimentação de água e absorção de nutrientes.

A formação e a estabilização dos agregados do solo ocorrem mediante a atuação de processos físicos, químicos e biológicos que, por sua vez, atuam por mecanismos próprios, nos quais são envolvidas substâncias que agem na agregação e na estabilização (Silva & Mielniczuk, 1997). Nos perfis em estudo apresentam uma estabilidade de agregados semelhante entre os horizontes avaliados. O perfil 1, que tem maior teor de matéria orgânica, é o que apresenta um menor diâmetro médio geométrico (DMG) sendo esse 0,75 a 1,05 mm e esse maior valor encontra-se no horizonte Ap. Isso indica que há um predomínio de agregados, mais estáveis. No perfil 2 o valor variou de 1,04 a 1,26 mm e nesse perfil o maior valor encontra-se no horizonte AB. No perfil 3 os valores foram de 1,24 a 1,29 e o maior valor encontra-se no horizonte AB. O perfil 4 o valor do diâmetro médio geométrico variou de 1,50 a 1,56 mm esse perfil é o que tem menor teor de matéria orgânica e o que apresenta o maior valor de DMG, indicando predominância de mais macro agregados. Baseado nisso, pode-se associar ao predomínio de macro agregados a questão do manejo, pois quanto maior o DMG, indica geralmente mais passíveis modificações indesejáveis em função do manejo. De acordo com Belotti (2005), os altos valores da estabilidade de agregados são resultados da atuação de microorganismos que sintetizam a matéria orgânica solúvel em água ao redor das partículas de solo, o que resulta em agregados mais estáveis.

O DMG representa uma estimativa do tamanho da classe de agregados de maior ocorrência. Nota-se que não tem um padrão questionável na estabilidade, porque há uma variação na estabilidade dos perfis, mesmo utilizando o mesmo método de mensurá-la. Por meio do DMG, verifica-se variação no tamanho dos agregados. Os maiores valores de DMG são indicativo de que ocorre redução no volume de porosidade total. Matos et al. (2008), relatam que agregados estáveis em água contribuem para melhoria da porosidade, e conseqüentemente, maior infiltração e resistência à erosão. Deve-se considerar, contudo, que valores altos de DMG indicam agregados estáveis do solo, mas, tal estabilidade pode ser devida à compactação e, portanto, os agregados seriam de baixa qualidade, conforme salientado por Bayer & Mielniczuk (1997).

Como descreve Kay & Angers (1999), pode-se admitir que a estabilidade esteja ligada à textura, à mineralogia das argilas, à matéria orgânica, ao material inorgânico não-cristalino, à composição de fluidos do meio poroso, às plantas e organismos do solo e à profundidade do perfil do solo. Eltz et al. (1989), o sistema de manejo semeadura direta proporciona maior tamanho de agregados estáveis em água, quando comparado ao preparo convencional.

A superfície específica (SE) referente ao perfil 1 apresentou valores variando de 76 a 102 m² g⁻¹ de argila; o perfil 2 apresentou valores variando de 39 a 54 m² g⁻¹; o perfil 3 apresentou valores variando de 40 a 58 m² g⁻¹; e o perfil 4 apresentou valores variando de 39 a 53 m² g⁻¹. A superfície específica está relacionada com vários atributos do solo, observa-se que no perfil 1 está muito relacionada com a mineralogia, pois é um perfil menos desenvolvido e que apresenta os maiores valores de superfície específica e esse maior valor encontra-se no horizonte C, além de ser o perfil que apresenta o mineral secundário vermiculita na fração argila do solo.

No perfil 2, o valor de superfície específica variou de 40 a 54 m² g⁻¹ pode-se dizer que não há muita variação. Mostrando-se mais homogênea dentro do perfil. Isso condiz que a mineralogia do perfil, que se mantém homogênea quanto ao grau de intemperismo para alguns minerais discutido mais a frente.

No perfil 3 o valor de superfície específica variou de 38 a 53 m² g⁻¹ e esse também tem relação com horizontes menos desenvolvidos. O que volta a questão da mineralogia do solo, pois o maior valor encontra-se associada ao saprolito que apresenta percentagem de mica quantificável.

No perfil 4 o valor de superfície específica variou de 40 a 58 m² g⁻¹ e o maior valor encontra-se também no horizonte menos desenvolvido que é o horizonte Cr.

Mortaland (1954) escrevia que a superfície específica está relacionada com os constituintes minerais e orgânicos e varia de acordo com a textura do solo, tipo de mineral de argila e teor de matéria orgânica.

Com base nessas informações fica necessário ressaltar o trabalho de tese de Grohmann (1972), no qual ele avalia solos de perfis com horizonte B textural. O horizonte A do solo original, com teor médio de matéria orgânica de 1,30% e 15,5%, apresentou superfície específica média de 21,60 m²/g. Esse mesmo horizonte, sem a participação da matéria orgânica, apresentou superfície específica média de 15,30 m²/g. A redução no valor da superfície específica, resultante da eliminação da matéria orgânica, foi da ordem de 29,2%.

Trabalho realizado por Rajj (1967) relata a importância do tipo de mineral de argila, ressaltando que valores elevados de superfície específica devem-se à presença de minerais 2:1. Nas amostras onde predominaram argilas 1:1, a fração apresentou, em média, uma superfície específica de 70 m²/g, enquanto nas amostras com minerais de argila 2:1 a superfície específica foi de 190 m²/g.

As poucas informações existentes na área de estudo, tornam esse trabalho uma fonte rara de informações importantes e necessárias para uma região que tem a fruticultura como principal atividade econômica.

4.3 Propriedades Químicas de Solos

Na tabela 3 encontram-se os resultados analíticos das propriedades químicas dos solos estudados. O uso do solo causa, de modo geral, grandes variações em sua composição química. 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.

O valor de pH em água apresentou-se bem variado. Segundo critérios adotados pela Embrapa (2006), o perfil 1 encontra-se na classe de praticamente neutra pois seu mínimo valor encontra-se no horizonte A3 sendo esse 6,4 e o máximo valor no horizonte Cr sendo de 7,4. No presente estudo no perfil 2, a faixa de pH encontra-se mais ampla pois vai da classe de fortemente ácido a moderadamente alcalino, na faixa de 5,2 a 7,5. Esse é o perfil típico de variação de pH por causa da aplicação de adubo corretivo de acidez, porque no Horizonte Ap e AB é justamente onde encaixa a classe de moderadamente alcalino e vai reduzindo em profundidade até atingir a classe de fortemente ácido.

No perfil 3 pode-se classificar o pH como fortemente a moderadamente ácido pois o menor pH do perfil é 5,2 e o máximo 6,5. Esse é outro perfil que pode atribuir o maior pH a correção da acidez, porque o maior valor encontra-se em superfície. Deixa o alumínio trocável com teor basicamente zero. 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.

O perfil 4 não tem variação na classe de pH, todos os horizontes estão em uma única classe, a de fortemente ácido. Com uma faixa bem curta variando de 4,3 a 4,7 dentro do perfil. Mostra com isso que esse perfil pode ser considerado o de mais baixa fertilidade. Ficando um valor de pH característico de solo bem desenvolvido, onde houve grande lixiviação das bases, permanecendo o íon Al ou ainda que é ácido devido à própria pobreza em bases do material de origem, ou a processos de formação que favorecem a remoção de elementos básicos como

K, Ca, Mg, Na, etc. Além disso, os solos podem ter sua acidez aumentada por cultivos. Pois sabe-se que a acidificação se inicia, ou se acentua, devido à remoção de bases da superfície dos colóides do solo. A lixiviação determina a perda de bases trocáveis da zona radicular para as camadas mais profundas do perfil do solo, podendo torná-los indisponíveis as culturas, e conseqüentemente, reduzir a produtividade por limitação nutricional.

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, esses perfis estão cultivados 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 pH em KCl é utilizado para avaliar o delta pH ($\Delta\text{pH} = \text{pHKCl} - \text{pHH}_2\text{O}$), ou seja a predominância de cargas do solo. Quando o pH em H_2O é frequentemente maior que o pH em KCl, resultando em delta pH negativo, o que se observa em todos os perfis.

O carbono orgânico (CO) tem grande influência na fertilidade do solo, com a mineralização, são liberados elementos para o solo uma vez que irá influenciar inúmeras características, dentre elas: elevação da capacidade de troca de cátions; liberação lenta de fósforo, nitrogênio, enxofre, aumento da disponibilidade dos micronutrientes. De acordo com Araújo et al. (1994), os maiores teores de matéria orgânica podem, também, ser uma razão para maiores teores de Ca, Mg, K e Na, a partir da atuação de ácidos orgânicos, no sentido de sua liberação dos materiais de origem. Com isso comanda a dinâmica de disponibilidade de nutrientes no solo. Na tabela 3, observa-se que no perfil 1 o teor de matéria orgânica variou de 2,0 a 35,6 g/kg. Sendo os maiores valores observados nos horizontes A. O perfil 2 segue o mesmo comportamento: maior no horizonte A e com redução em profundidade. Mas esse perfil tem um menor teor de carbono, variando entre 3,8 e 21,2g/kg. No perfil 3 varia de 3,8 a 19,6, também com comportamento de reduzir em profundidade. Tendência de diminuição com o aumento da profundidade para todos os perfis também foi observado por Perusi & Carvalho, 2007; Lima Neto, 2008. O perfil 4 encontra-se com menor teor carbono em comparação aos outros perfis em estudo, mas com o mesmo comportamento na distribuição, em relação a redução em profundidade. Nesse perfil os valores variaram de 2,5 a 17,4 g/kg. Monteiro et al. (2006), que trabalharam com a mesma classe de solo adicionando resíduo, encontram teores de carbono semelhante, variando de 2,92 a 18,09 g/kg. Oliveira et al. (2003), em região semi-árida, consideram baixos teores de C orgânico menores do que 10

g/kg. Os solos pobres em matéria orgânica, de acordo com Tomé Júnior (1997), apresentam teores inferiores a 15 g/kg de solo,

Tabela 3- Propriedades químicas dos perfis de solos estudados

Hort.	Prof.	pH		C	N	C/N	P	E _{CaCO3}	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al	S	T	At.arg	V	m	Na
	cm	H ₂ O	KCl	-----g.kg ⁻¹ -----			mg kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	-----cmol.c.kg ⁻¹ -----							-----%-----				
CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico																				
Ap	0 – 10	6,6	4,9	35,2	2,2	15,9	2,2	0	11,5	3,4	0,42	0,09	0,1	6,8	15	22	75,8	69	0	2
A2	10 – 26	7,2	5,9	35,6	2,2	15,8	6,0	3	8,8	6,4	0,24	0,16	0,1	3,2	15	19	59,7	83	0	1
A3	26 – 46	6,4	4,6	30,9	1,9	16,5	1,2	2	9,6	4,3	0,03	0,06	0,1	6,7	14	21	70,4	68	0	0
Bt	46 – 70	6,6	4,4	7,3	0,7	10,8	0,6	3	9,0	6,5	0,06	0,06	0,1	3,1	16	19	48,7	84	1	0
C	70 – 110	7,1	4,6	3,7	0,3	13,2	84,7	6	10,2	10,6	0,06	0,05	0,1	1,5	21	22	70,7	93	0	0
Cr	110 – 123+	7,4	4,8	2,0	0,2	12,7	17,2	4	5,8	7,4	0,04	0,04	0,0	6,7	14	14	54,2	95	0	0
ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico																				
Ap	0 – 10	7,5	6,7	21,2	2,3	9,2	90,3		4,9	4,2	0,06	1,44	0,0	1,0	11	12	34,5	92	0	1
AB	10 – 22	7,4	6,1	11,2	1,2	9,2	18,8		3,2	4,2	0,05	1,16	0,0	1,1	7	9	22,8	87	0	1
BA	22 – 40	6,8	5,4	10,2	1,1	9,1	3,3		2,5	3,7	0,05	0,94	0,0	1,9	7	9	21,0	79	0	1
Bt1	40– 84	5,2	4,1	5,8	0,7	8,3	2,4		1,8	3,0	0,05	0,18	0,2	2,5	5	8	15,1	67	3	1
Bt2	84 – 112	5,3	4,2	4,3	0,6	7,6	1,3		2,0	3,6	0,05	0,10	0,2	2,0	6	8	15,2	74	2	1
Bt3	112 – 152	5,5	4,4	3,9	0,4	8,7	0,8		1,9	3,7	0,05	0,08	0,1	1,7	6	8	13,7	77	2	1
BC	152 – 172+	5,8	4,5	3,8	0,4	9,0	0,9		2,1	4,3	0,06	0,07	0,1	1,6	6	8	16,4	80	1	1
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico nitossólico																				
Ap	0 – 13	6,5	5,6	19,6	1,6	12,4	2,5		3,0	2,4	0,06	0,26	0,0	2,0	6	8	28,0	74	0	1
AB	13 – 34	5,4	4,3	8,0	1,0	8,2	1,8		1,1	1,8	0,02	0,09	0,2	2,5	3	6	14,2	55	5	0
BA	34 – 62	5,2	4,3	7,5	0,6	11,6	1,8		1,2	1,8	0,03	0,06	0,2	2,6	3	6	10,5	54	6	0
Bt1	62 – 118	5,2	4,5	5,0	0,5	9,7	1,6		1,1	1,7	0,02	0,05	0,2	1,7	3	5	6,6	63	5	1
Bt2	118 – 180	5,3	4,8	4,6	0,3	13,4	1,7		1,0	2,1	0,05	0,09	0,1	1,6	3	5	7,5	66	2	1
BC	180 – 220	5,3	4,4	5,1	0,3	16,2	1,9		0,6	2,5	0,08	0,11	0,2	1,7	3	5	9,7	65	4	2
Cr	220 – 255	5,5	4,1	3,8	0,1	30,2	2,5		1,2	1,8	0,09	0,15	0,7	1,7	3	5	21,5	63	18	2

Continua.....

Hort.	Prof.	pH		C	N	C/N	P	ECaCO ₃	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al	S	T	At.arg	V	m	Na
	cm	H ₂ O	KCl	-----g.kg ⁻¹ -----			mg kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	-----cmol _c .kg ⁻¹ -----							-----%-----				
LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitosco																				
Ap	0 – 17	4,5	3,7	17,4	1,9	9,3	6,4		0,4	1,9	0,04	0,71	1,5	6,5	3	10	23,0	32	33	0
AB	17 – 35	4,3	3,7	10,7	1,0	11,2	2,8		0,5	0,4	0,03	0,35	1,8	5,3	1	7	13,6	19	60	0
BA	35 – 60	4,3	3,8	6,4	0,6	9,9	1,7		0,6	0,6	0,01	0,03	1,8	3,6	1	5	8,6	26	59	0
Bt1	60 – 95	4,3	3,9	5,9	0,5	11,7	1,5		0,8	0,2	0,01	0,02	1,8	3,4	1	5	7,1	24	62	0
Bt2	95 – 145	4,6	4,1	4,2	0,4	11,0	1,8		0,5	0,9	0,01	0,02	1,0	2,3	2	4	6,4	42	37	0
Bt3	154 – 200	4,7	4,2	4,1	0,4	10,3	1,6		0,6	0,8	0,01	0,02	0,8	2,3	1	4	4,9	38	57	0
Bt4	200 – 260	4,5	4,1	3,3	0,3	10,6	1,5		1,0	1,1	0,01	0,02	0,9	2,4	2	5	5,9	47	31	0
Saprolito		4,7	3,9	2,5	0,2	16,4	2,0		0,5	2,1	0,03	1,03	2,3	2,1	4	6	21,6	61	38	0

C (Carbono); N (Nitrogênio); C/N (Relação carbono por nitrogênio); P (Fósforo); ECaCO₃ (Equivalente de carbonato de cálcio Ca (Cálcio); Mg (Magnésio); Na (Sódio); K (Potássio); Al (Alumínio); H+Al (Acidez potencial); S (Soma de bases); T(Capacidade de troca de cátions); At.Arg.(Atividade de argila); V (Saturação por bases m (Saturação pro alumínio); Na (saturação por sódio).

enquanto teores entre 15 e 25 e superiores a 25 g /kg são considerados medianos e altos, respectivamente. Coelho et al. (2010) consideram baixos conteúdos de CO < 15 g/kg.

O único perfil com alto teor de matéria orgânica é o perfil 1. No entanto, sabe-se que a matéria orgânica apresenta características diferenciadas e refletem particularidades nas propriedades do solo. Por isso que a quantidade de matéria orgânica em cada perfil tem um papel importante na dinâmica de carbono e da fertilidade do solo, particularmente nos perfis 2, 3 e 4, que são considerados mais intemperizados em comparação ao perfil 1.

O elemento nitrogênio (N) encontra-se variado nos perfis em estudo, valores menores nos sub-horizontes e valores maiores nos horizontes superficiais. Porque nos horizontes superficiais, onde tem os maiores acúmulos de matéria orgânica, é onde se encontram os maiores teores de nitrogênio. Mas deve-se salientar também a referida adubação NPK que é adicionada quando se tem condições de aplicação nas áreas de estudo e seu potencial de mobilidade no solo. Resultado também encontrado por Cerri et al. (1992) relataram que, em solos da Bacia Amazônica, 42 % do N total foi detectado nos primeiros 20 cm do solo, em razão do maior acúmulo de material orgânico nos horizontes superficiais. Cavalcanti et al. (2008), independente da concentração existente no solo, recomenda aplicação de 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio no crescimento da planta.

A relação C/N tem sido uma característica usada para prever a disponibilidade de N no solo durante a decomposição de materiais orgânicos. Nos perfis em estudo as relações são variáveis no perfil 1 varia de 10,8 a 16,5. No perfil 2 de 0,3 a 9,4. No perfil 3 de 8,2 a 30,2 e no perfil 4 de 9,2 a 16,4. Para Allison (1966), materiais com valores de C/N entre 25 e 30 apresentam equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização. Baseando-se nesses valores, pode-se inferir que, a mineralização deverá superar a imobilização, resultando em aumento da disponibilidade de N no solo durante a decomposição dos restos culturais.

O perfil 1 apresenta fósforo disponível (P) com uma ampla variação de 0,6 a 84,7 mg kg⁻¹ e não segue uma sequência dentro do perfil. Mas o que mais chama atenção nesse perfil é o maior valor de fósforo ser encontrado justamente no horizonte C e menor no horizonte Bt. Provavelmente no horizonte Bt esse fósforo está relacionado tanto ao teor como a mineralogia dessa fração, que faz esse fósforo ficar mais adsorvido. Já no horizonte C apresentar maior concentração, pode ser característico da classe de solo, ou seja, de situações geológicas, onde está mais relacionado aos carbonatos, porque no quadro 1 pode-se observar que esse é o horizonte que apresenta maior equivalente de carbonato.

No perfil 2 uma maior variação, mas o comportamento é comum para solos que levam adubação. Nos horizontes encontramos 0,8 a 90,3 mg kg⁻¹ em que as maiores concentrações

encontram-se nos horizontes superficiais e esses altos teores nas camadas superiores, provavelmente, se devem a baixa mobilidade desse elemento no solo.

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. O perfil 3 e 4 tem apresentado comportamento semelhante em relação a distribuição nos horizontes. Estão sempre com valores acima de $1,4 \text{ mg kg}^{-1}$ e a amplitude de variação é baixa chegando ao máximo de $2,5 \text{ mg kg}^{-1}$. A concentração é menor em comparação aos outros perfis, sendo de $1,6$ a $2,5 \text{ mg kg}^{-1}$ e $1,5$ a $6,4 \text{ mg kg}^{-1}$ respectivamente perfil 3 e 4. Esses são valores considerados baixo se considerarmos Lopes & Guidolin (1989), porque para esses autores o teor de fósforo disponível baixo estaria na faixa de 0 a 45 mg kg^{-1} . Mas as maiores concentrações dos perfis encontram-se em superfície. Resultado também encontrado por Tomé Júnior (1997) relata que o P tende a diminuir com a profundidade, acompanhando o teor de matéria orgânica. O fósforo favorece o desenvolvimento vegetativo e o sistema radicular, mas é o macronutriente menos absorvido pela bananeira (Borges & Oliveira, 2000). O que segundo Cavalcanti et al. (2008) indicam que quando no solo encontra-se menor que 9 mg kg^{-1} aplicar 40 kg ha^{-1} no plantio e só no segundo ano em diante fazer nova aplicação também de 40 kg ha^{-1} . Mas se a faixa encontrada for 9 a 15 mg kg^{-1} , aplicar 30 kg ha^{-1} no plantio e só no segundo ano em diante fazer nova aplicação também de 30 kg ha^{-1} e se for maior que 15 mg kg^{-1} aplicar 20 kg ha^{-1} no plantio e só no segundo ano em diante fazer nova aplicação também de 20 kg ha^{-1} .

Na tabela 3 pode-se observar que o macronutriente cálcio (Ca) no perfil 1, tem uma variação de $5,8$ a $11,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ com maiores concentrações na superfície do solo. No perfil 2 encontra-se em torno de $1,8$ a $4,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. No perfil 3 tem uma variação entre $0,6$ e $3,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e o maior valor encontra-se em superfície. No perfil 4, correspondendo a $1,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e o mínimo $0,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e são valores que aumentam em profundidade. Esse cálcio mais alto no perfil 1 e nos horizontes em profundidade estão relacionados aos minerais primários em especial os plagioclásios. Para Silva et al. (2002), a faixa ideal de Ca considerada adequada para bananeira (Pacovan) varia de $6,3$ a $7,3 \text{ g kg}^{-1}$. É possível inferir que o perfil de maior preocupação quanto a disponibilidade de cálcio é o perfil 4; porque nenhum horizonte chega próximo da faixa desejada. Para o macronutriente Mg, a faixa considerada ideal por Silva et al. (2002) é de $3,15$ a $3,5 \text{ g kg}^{-1}$.

De acordo com Chaves et al. (2004), a soma de Ca^{+2} e Mg^{+2} em torno de $6,42$ e $7,36 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ são considerados valores altos, e baseado nesses autores, apenas os perfis 1 e 2 apresentam valores próximos e acima deste. Isto baseado em níveis sugeridos pela Embrapa (1980), a qual considera alto entre $6,1$ a $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e muito alto $>$ que $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Encaixando, assim, o perfil

1 com nível de Ca^{+2} e Mg^{+2} muito alto. Mas baseado em Rajj (1981), para a soma de Ca e Mg, de 2 a 3 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ e em torno de 4 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, são adequados para o desenvolvimento das culturas. Isso sugere que mais uma vez o perfil 4 encontra-se no limite de deficiência destes elementos para as plantas. E baseando-se em dados de Silva et al. (1999), pode-se considerar apenas o perfil 1 dentro de padrões adequados para bananeira. E no perfil que o Mg apresenta valores maiores que o Ca, demonstra desequilíbrio entre estes cátions e que pode ser prejudicial para a nutrição mineral das plantas cultivadas. De acordo com Borges et al. (2002), a relação Ca/Mg deve se situar em torno de 1,5 a 3/1.

O elemento sódio (Na) apresenta uma maior variação no perfil 1 e nos demais perfis foram mais homogêneos. No perfil 1 variou de 0,03 a 0,42 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ e o maiores valores encontra-se no horizonte superficial; o perfil 2 foi quem apresentou uma variação mínima de 0,05 a 0,06 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$; no perfil 3 essa variação foi de 0,02 a 0,09 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$; e no perfil 4 a variação foi de 0,01 a 0,04 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. Em todos os perfis analisados, essas são concentrações que podem ser consideradas baixas, não chegam 2% de saturação por sódio em nenhum horizonte. Segundo Embrapa (2006), o padrão mínimo para classificar como solódico estaria entre 6 a 15% de saturação por sódio. Em caso de horizontes do solo com esse caráter traz limitações, caso práticas de manejo não fossem adotadas, poderia inviabilizá-los para a agricultura. No perfil 1 apresenta um ponto negativo quanto a concentração de Na^+ porque ele é superior a de K^+ . No que se refere à produtividade dos solos, o Na^+ não é considerado nutriente essencial aos vegetais. Outra observação negativa para o perfil é que essa mais alta concentração está nos dois primeiros horizontes.

O potássio (K) é o elemento requerido em maiores quantidades pelas bananeiras. No perfil 1 a variação de K 0,04 a 0,16 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. Comparando os perfis, pode-se observar que esse apresenta uma menor variação e sua concentração em superfície não é alta como nos outros. Esse comportamento pode levar a pensar que a cultura tem absorvido mais esse elemento, ficando assim com menor concentração na solução do solo. Mas observando a mineralogia desse perfil e conhecendo que tem picos de vermiculita. Confirmando-nos que essa área necessita de um melhor manejo; porque a adubação com potássio pode estar contribuindo para que ocorra a fixação do elemento. O perfil 2 tem uma ampla variação de 0,07 a 1,44 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, e apresenta um comportamento típico de área que recebeu adubação, porque as maiores concentrações encontram-se em superfície e reduz em profundidade. O perfil 3 apresentou uma variação de 0,05 a 0,26 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ e a maior concentração também encontra-se no horizonte A, reduz-se em profundidade e volta a aumentar nos horizontes BC e Cr. Pode-se atribuir a uma possível lixiviação dos horizontes superiores e acúmulo em subsuperfície, pois é um perfil que tem aproximadamente 50% de porosidade total. O perfil 4 tem o mesmo comportamento em relação as concentrações; sendo a

maior em superfície e reduzindo em profundidade com uma variação de 0,02 a 0,71 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Curioso aconteceu com o saprolito que foi amostrado em uma encosta próximo ao local do perfil; o mesmo apresentou uma concentração de K disponível maior, sendo 1,03 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Esse comportamento pode ser atribuído a um possível escoamento superficial, ficando acumulado na encosta mais próxima. Cavalcanti et al (2008) indica realização da adubação para fornecimento de potássio no crescimento da bananeira, quando encontra-se no solo menor que 0,08 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, aplicar no crescimento 400 kg ha^{-1} . Mas quando encontra-se no solo teores entre 0,08 a 0,15 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ aplicar no crescimento 300 g kg^{-1} e sendo maior que 0,15 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ fazer aplicação de 150 g kg^{-1} . No segundo ano em diante pode fazer aplicação levando a mesma consideração do crescimento.

Chaves et al. (2007), classificaram como alto os teores de potássio na faixa de 0,4 a 0,8 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Baseando-se na classificação desses autores, apenas os perfis 2 e 4, nos primeiros 30 cm, encontram-se com valores iguais ou acima desse intervalo. E os perfis 1 e 3 bem abaixo dessa média. Mesmo com a maior concentração em superfície, não é um valor considerado alto ou médio.

Fraga et al. (2009), relataram baixo teor (0,07 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) de K trocável e que formas não trocáveis supriram o arroz com 94 a 100 % do K. Martin-Prével et al. (1966), relatavam que o potássio é um macronutriente extraído em maior quantidade pela planta, por causa da ação direta nas trocas metabólicas, no transporte da seiva elaborada, na retenção de água e nas qualidades organolépticas do fruto.

O alumínio trocável (Al^{+3}) nos perfis, encontra-se na maioria com valor praticamente nulo em superfície exceto o perfil 4. O perfil 2 tem semelhante variação de 0,0 a 0,2 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. O perfil 3 tem uma variação de 0,0 a 0,7 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e o máximo encontra-se no último horizonte. O perfil 4 é o único a apresentar uma variação mais ampla, de 0,8 a 2,3 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, e ambos, mínimos e máximos valores, encontram-se em subsuperfície. Como mencionando anteriormente, nos perfis onde ocorreu aumento do pH após a aplicação do corretivo, favoreceu a redução do alumínio trocável. Isso ocorre devido a precipitação Al^{+3} na forma de $\text{Al}(\text{OH})_3$. Reação também justificada por Kondorfer & Nolla (2003), com o aumento do pH, ocorre a precipitação do Al^{3+} na forma de hidróxido de Al ($\text{Al}(\text{OH})_3$), de baixa solubilidade e, portanto, não tóxica para as plantas, já que não se mantém ativa em solução.

Outra explicação cabível para essa redução do alumínio trocável é a complexação desse pela matéria orgânica. Pois Mendonça (1995) relatou que com a oxidação da matéria orgânica, ocorre passagem de formas de Al fortemente complexadas para formas mais reativas, o que pode acarretar aumento na liberação de Al para a solução do solo. Outro trabalho realizado por Ernani & Gianello (1983), com aplicação de esterco bovino, cama de frango e cama de galinha, como alternativa de

adubação, verificou redução do alumínio por complexação. De acordo com Hargrove & Thomas (1984), a quantidade de Al complexado é dependente do pH e Vance et al. (1996) relataram que com a elevação do pH ocorre a formação de hidróxidos de alumínio. Mesmo o perfil 4 estando com altos valores em comparação aos outros perfis, pode-se considerar que apresenta uma baixa disponibilidade, com valores abaixo de $2,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. E segundo Oliveira et al. (2003b), baixa disponibilidade de alumínio trocável varia de 0,0 a $2,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

A acidez potencial ($H + Al$), é constituída pelos íons H^+ e Al^{3+} presentes nos solos, de acordo com a Tabela 5, observa-se que o perfil 1 apresenta maior amplitude de variação dentro do perfil, variando de 1,5 a $6,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. O perfil 2 apresenta uma variação menor e de forma crescente até o horizonte Bt, começando com 1,0, e no Bt, chega $2,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. O perfil 3 apresenta uma variação semelhante ao perfil 2 variando de 1,6 a $2,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. O perfil 4 tem um comportamento de redução em profundidade em que essa variação é de 2,1 a $6,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Dolman & Buol (1967) mencionam como teor de acidez para solos bem drenados está na faixa 0,0 a $2,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e em solos menos drenados, taxa de 2,5 a $12 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

A soma de bases (S) é um dado de suma importância no que diz respeito à fertilidade do solo, pois indica a soma dos elementos Ca, Mg, K e Na, que irão influenciar os valores de CTC, ou seja a capacidade do solo adsorver cátions em forma trocável, os quais, em geral, irão servir de nutrientes às plantas. Com isso podemos observar que o perfil 1 é o que apresenta uma maior soma de bases. Sua variação dentro do perfil é de 14 a $21 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; o perfil 2 é o segundo que apresenta maior soma 5 a $11 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, e nesse perfil a redução dessa soma foi decrescente em profundidade. O perfil 3 teve um comportamento quase homogêneo, sendo o máximo no horizonte A com $6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e o menor nos outros horizontes com $3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ou seja com uma variação mínima dentro do perfil de 3 a $6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. O perfil de menor soma é o 4 com uma variação de 1 a $4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. No geral esses são valores que Theodoro et al. (2003), classificam como adequados de soma de bases de 3,61 a $6,0 \text{ cmol}_c/\text{kg}$. Geralmente as maiores somas de bases, encontram-se no horizonte A, isso nos faz inferir que a matéria orgânica como cobertura no solo pode favorecer alguns dos elementos (Ca, Mg, K e Na). Levando em consideração relatos de Lopes & Guidolin (1989), o perfil 1, 2 e 3 e apenas o horizonte A do perfil 4, estão com valores na média, pois esses autores citaram que a soma de bases trocáveis dos solos pode ser classificada como média, uma vez que os valores encontrados estão acima de $2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Mas outros autores como Abreu Jr. et al. (2001), classificam baixos, valores próximos de $4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, pois seus resultados estavam variando de 1,34 a $3,72 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e consideraram como valores baixos, mas admitem razoáveis capacidades de troca de cátions no solo, representando, portanto, a manutenção da fertilidade no solo. A soma de bases é, de maneira geral,

baixa no perfil 4 e principalmente em profundidade. Valor mais alto na superfície de todos os perfis é justificado pela matéria orgânica e adubação.

A capacidade de troca catiônica (T) é um atributo de grande interesse prático, muito útil em estudos de fertilidade. Observa-se que no perfil 1 a T tem uma variação ampla de 14 a 22 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. No perfil 2 a variação é menor sendo de 8 a 12 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. O perfil 3 a variação é de 5 a 8 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. O perfil 4 a variação é de 4 a 10 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. Pode-se observar que o horizonte A é quem apresenta os maiores valores, a matéria orgânica auxilia na liberação de elementos que contribuem com o aumento da fertilidade do solo. Segundo Lopes & Guidolin (1989), a capacidade de troca catiônica é considerada alta quando é $> 10 \text{ cmol}_c \text{kg}^{-1}$. Diante disso apenas o perfil 1 e o horizonte A do perfil 2 entrariam na classificação de T alta. Nem sempre a alta capacidade de troca de cátions quer dizer melhor fertilidade, porque esse atributo também envolve os teores de Al e H que são elementos característicos de acidez do solo. Mas se a maior parte do T do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ pode-se dizer que esse é um solo com favoráveis elementos para a nutrição das plantas. Isso pode ser observado no trabalho de Anjos et al. (2007) na caracterização de Plintossolo, em que os perfis apresentam T do solo variando de 2,9 a 15,6 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ e que foi observado domínio dos íons hidrogênio e Al e identificando os seus perfis com caráter distrófico.

A capacidade de troca de cátions tem o potencial de indicar a mineralogia da fração argila. Um solo que apresenta argila de atividade alta (Ta) ($>27 \text{ cmol}_c / \text{kg}$ de argila), indica uma maior participação de argilominerais 2:1. Neste caso, o solo funcionaria como fonte de nutrientes não especificamente adsorvidos no complexo de troca como cálcio, magnésio e potássio, o que pode ser observado na mineralogia das frações do solo.

A saturação por bases (V) é um parâmetro utilizado na avaliação da fertilidade do solo. Pode-se observar que o perfil 1 apresentou variação de 68% a 95% de saturação com o maior valor no horizonte Cr. No perfil 2 varia de 67% no horizonte Bt a 92% no horizonte A. O perfil 3 com variações mais sutis de 54% a 74% e sendo o maior teor no horizonte A; o perfil 4 tem apresentado valores bem menores e com variações de 19% a 61% sendo o maior valor no saprolito. Diante dos resultados observa-se que com exceção ao perfil 4 todos os outros podem ser considerados de boa fertilidade e o mais fértil o perfil 1 (Chernossolo) que é conhecido como solo jovem, logo, com maior teor de nutrientes. E de acordo com Embrapa (2006), saturação por bases tem sido usada para separar solos férteis, quando $V\% > 50$ de solos e de menor fertilidade $V\% < 50$. A saturação por bases maior que 50%, nem sempre são acompanhados de valores de soma de bases (valor S) elevados. Porque para a fertilidade o mais importante é que essa soma de bases seja de cálcio, magnésio e potássio e que esses estejam em teores adequados à absorção. Teores esses exigidas pela

bananeira, é importante para manter a relação K:Ca:Mg de 0,5:3,5:1,0 a 0,3:2,0:1,0 ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) (Pinto, 2008).

Quanto a saturação de alumínio (m%) indica a porcentagem da capacidade de troca de catiônica efetiva ocupada por alumínio trocável. Observa-se que o perfil 1 tem baixa amplitude de variação de 0 a 0,6%. O perfil 2 apresenta-se com quase um terço do perfil com 0,0 de saturação por alumínio, e a maior saturação encontra-se no horizonte Bt e a variação desse perfil foi de 0 a 3,4%. O perfil 3 tem uma variação de 0 a 18,4%, que também são considerados saturação baixa. O perfil 4 apresenta uma alta saturação e uma variação dentro do perfil, de 30,8 a 62,2% e essa maior saturação também é no horizonte Bt, mas não leva a influenciar na classificação no terceiro nível como alumínio porque seu alumínio extraível não é $\geq 4,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Mas é um solo álico, em que mais de 50% da capacidade efetiva de troca de cátions encontra-se ocupada pelo alumínio (Embrapa, 2006). Embora estes sejam, na maioria dos horizontes subsuperficiais, abaixo de 35cm, podem permitir inferências relacionadas à fertilidade.

O teor de um nutriente indicado na análise química de solo é um índice de disponibilidade e não seu teor realmente disponível. As baixas produtividades da bananeira muitas vezes estão associadas à utilização de solos de baixa fertilidade e ao suprimento inadequado de nutrientes durante o ciclo da cultura. O Chernossolo (MTo) é o mais fértil, apresenta alta saturação por bases (68 e 95 %), é uma classe de solo que não é comum na região, Esse é um solo considerado jovem, logo, com maior teor de nutrientes.

4.4 Características Mineralógicas dos Solos e suas Potencialidades

Cascalho e areia

Considerando que, no Brasil, são escassas as pesquisas que estudam a dinâmica dos nutrientes pelos minerais dos solos, a Zona da Mata Norte de Pernambuco tem primeiro trabalho que faz uma caracterização morfológica, física, química e a relação com o potencial natural dos solos.

A mineralogia das frações mais grosseiras do solo (cascalho, areia grossa e fina) é constituída por minerais mais resistentes ao intemperismo e são herdados da rocha mãe. Por isso é de grande importância caracterizar as frações minerais do solo, pois possuem elementos ricos em nutrientes que podem ser liberados durante o processo de alteração visando diminuir a dependência externa em relação aos fertilizantes, tornando o meio sustentável.

É muito comum quando se fala em potencial mineral, destacar o elemento potássio. Esse é um macronutriente encontrado em minerais comuns em solos tropicais, micas e feldspatos. Mas as formas não-trocáveis e estruturais de K são reservas de médio e longo prazo para as plantas, por

isso, é importante compreender a cinética de liberação a partir dos minerais, para melhorar e adequar as recomendações de adubação.

É sabido que no solo onde há minerais fontes de nutrientes há ausência de respostas a adubação com determinado elemento. Os minerais fontes liberam os elementos com intensidades diferenciadas devido às diferentes posições de alteração. A taxa de liberação ocorre em intensidades e quanto mais fina a fração mais fases ocorrerão para ocorrer a liberação. Por isso serão descritos os principais minerais presentes nas frações cascalho, areia grossa e areia fina, como principais fontes de nutrientes, porque esses irão passar por diferentes transformações até a liberação dos elementos para o solo.

Na tabela 4, o perfil 1 a composição na fração cascalho é composta essencialmente de fragmentos de rochas, quartzo e fragmentos orgânicos, ocorrendo ainda feldspatos. Os fragmentos de rocha são predominantes na fração, com porcentagem média de 90% do quarteado analisado, compostos de quartzo e feldspatos; além de agregados ferrosos que mostravam sinais de oxidação, observados pela cor marrom-avermelhada, predominando apenas no horizonte A. Com o aumento da profundidade, tende a aumentar a proporção de quartzo e feldspato, aparece quartzo, aparece anfibólio e reduz drasticamente a presença dos agregados com sinais de oxidação; no último horizonte, além do que aparece no Bt, aparecem fragmentos de rochas com feldspatos e mica e também fragmentos de anfibólio, mica, feldspato e quartzo. Os quartzos isolados que aparecem são de coloração amarelada e avermelhada devido ao nítido recobrimento com oxidação de ferro, há também brancos, com incrustações orgânicas, de estrutura angulosa e subangulosa, evidenciando pouco ou nenhum transporte. Os fragmentos orgânicos são constituído de carvão e tecido vegetal. Os feldspatos isolados têm, em geral, hábito prismático tabular, sendo possível observar suas direções de clivagens características; apresentam, porém brilho terroso e cor esbranquiçada, características de alteração parcial.

O quarteado analisado no perfil 2 tem composição na fração cascalho composta essencialmente por quartzo, fragmentos orgânicos e outros além de fragmentos de rocha. Os quartzos aparecem predominantes na fração, com porcentagem média de 98% dentro do perfil, são de coloração variada (hialino, branco, cinza) com orientações, com tons amarelados e avermelhados devido às incrustações de óxidos de ferro e de manganês, testado com H_2O_2 10%, de grãos simples e policristalinos, de estrutura angulosa e subangulosa, normalmente os cinzas são tabulares em todos os horizontes. Os fragmentos orgânicos são de diversos tecidos vegetais.

Quanto aos outros se refere a minerais que aparecem em proporção mínima, e dentre esses encontramos micas, feldspatos, agregados ferrosos e manganosos, fragmentos de rochas e material

orgânico. Os fragmentos de rochas com proporção contável ocorrem apenas no último horizonte e são compostos de micas, incrustações argilosas e quartzo, quartzo e feldspatos, e micas e quartzo.

Tabela 4: Composição mineralógica quantitativa das frações cascalho, areia grossa e fina

Horizonte	Profundidade cm	Cascalho	Areia Grossa	Areia Fina
CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico				
Ap	0 - 10	Q=10%; Fd=1%; F.R=79%; F.O=10%.	Q=96%; Fd=1%; F.R=2%; F.O=1%.	Q=96%; M=1%; Af=1%; Outros=1% F.O=1%.
Bt	46 - 70	Q=3%; Fd=2%; F.R=95%.	Q=8%; Fd=10%; F.R=80%; Af=2%.	Q=67%; M=2%; Fd=28%; Af=3%.
Cr	110 - 123	F.R=100%.	Q=2%; Fd=10%; F.R=78%; Af=10%.	Q=2%; Fd=38%; M=15%; Af=45%.
ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico				
Ap	0 - 10	Q=98%; F.O=2%.	Q=96%; M=2%; Outros=1%; F.O=1%.	Q=97%; M=2%; Outros=1%.
Bt	40 - 84	Q=98%; Outros=2%.	Q=98%; Outros=1%; F.O=1%.	Q=97%; M=1%; Outros=1%; F.O=1%.
BC	152 - 172	Q=99%; F.R=1%.	Q=97%; Outros=1%; M=2%.	Q=80%; M=20%.
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico nitossólico				
Ap	0 - 13		Q=89; F.O=10%; Outro=1%.	Q=98; F.O=1%; Outro=1%.
Bt1	62 - 118	Q=99%; Outros=1%	Q=99%; Fd=1%.	Q=98%; F.O=1%; outros=1%.
BC	180 - 220	Q=98%; F.R=1% M.M=1%	Q=96%; Fd=1%; M.M=1%; A.A=1%; M=1%.	Q=97%; M.M=1%; A.A=1%; M=1%.
Cr	220 - 255	Q=20%; F.R=55%; A.A=15%; M.M=5%.	Q=50%; M=10%; F.R=38%; M.M=1%; A.A=1%.	Q=88%; M=10%; M.M=1%; A.A=1%.
LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitossólico				
AP	0 - 17	Q=98%; F.O=2%.	Q=99%; F.O=1%.	Q=99%; F.O=1%.
Bw1	60 - 95	Q=100%.	Q=99%; F.O=1 %.	Q=99%; F.O=1%.
Bt2	200 - 260	Q=100%.	Q=99%; Outro=1%.	Q=97%; M=1%; A.A. F.=1%; Outro=1%.
Saprolito		Q=99%; F.O=1%.	Q=97%; F.O=3%.	Q=50%; F.O=50%.

Q= quartzo; Fd= feldspatos; F.R= fragmentos de rocha; F.O.= fragmentos orgânicos; M.M.= mineral magnético; A.A= agregado argiloso; Af= anfibólio; M= micas.

O quarteado do perfil 3 tem uma composição na fração cascalho essencialmente por quartzo, outros, material magnético. Ocorrem ainda agregados argilosos e fragmentos de rocha. Os quartzos aparecem predominantes na fração, com porcentagem média de 70% dentro do perfil, são de coloração variada (hialino, branco, cinza) com orientações, de grãos simples e policristalinos de estrutura angulosa e subangulosa, normalmente os cinzas são tabulares em todos os horizontes, também apresentam indícios de erosão, aparentando pequenas corrosões nos cascalhos. Quanto aos outros, se refere a minerais que aparecem em pouca proporção, dentre esses encontramos micas, feldspatos, agregados ferrosos e argilosos e magnéticos. O material magnético foi percebido através da atração magnética com uso do ímã, porque esses estavam com muitas incrustações argilosas, associados a pequenos grãos de quartzos, micas, podendo ser chamados de fragmentos de rocha magnética. Esses materiais apresentam pouca presença de micas e são bem endurecidos. Os fragmentos de rochas com proporção contável são compostos de micas e quartzos, quartzo, feldspatos e mineral opaco, micas, quartzo e incrustações argilosas.

O perfil 4 com composição na fração cascalho muito simples e esperada, por ser um perfil considerado mais desenvolvido, a fração do cascalho composta essencialmente por quartzo e fragmentos orgânicos. Os quartzos aparecem predominantes na fração, com porcentagem média de 99% dentro do perfil, são de coloração variada (hialino, branco, cinza) com orientações, com tons amarelados e avermelhados devido às incrustações de óxidos de ferro e argilosas, de grãos simples e policristalinos e estrutura angulosa e subangulosa. Quando tem coloração cinza são nos horizontes mais profundos e são tabulares. Os fragmentos orgânicos, além de carvão, aparecem diversos tecidos vegetais.

A fração areia grossa no quarteado analisado no perfil 1 tem uma constituição média bem distribuída, pode-se observar que o quartzo só domina no horizonte A além dos fragmentos orgânicos, esses fragmentos são esperados porque a bananeira produz grandes quantidades de restos culturais; fazem parte também desses fragmentos carvão e algumas sementes. Nos demais horizontes, reduz tanto quartzo quanto fragmentos orgânicos e partir do horizonte Bt é essencialmente constituído por fragmentos de rochas (80%). Também são observados feldspatos, que aumentam em profundidade; o anfibólio domina quando se compara com os feldspatos. Os fragmentos de rochas, compostos por quartzo, feldspatos, quartzo e anfibólio, aparecem apenas no horizonte A e Bt e os fragmentos com feldspatos, anfibólios e micas, feldspatos e anfibólios, anfibólios e mica, no Cr. Nessa mineralogia é importante salientar que o anfibólio é de dois tipos, as tremolitas e as hornblendas, e os feldspatos dominantes são os plagioclásios. Essa areia nos leva a uma classificação química de uma rocha básica porque o teor de quartzo reduz drasticamente em profundidade. O quartzo que predomina no horizonte A ocorre em grãos angulosos a muito

angulosos, denotando pouco ou nenhum transporte, grande maioria dos grãos apresenta incrustações orgânicas e oxidação de ferro, que infere ao quartzo, por efeito ótico, a cor avermelhada, alaranjada, há também hialinos e brancos. No quarteado aparecem poucas biotitas em estágio de alteração, podendo ser considerada como uma vermiculita. A tendência no aumento das porcentagens dos fragmentos de rocha em profundidade denota a proximidade com o material de origem, de onde teriam sido herdados os minerais dos solos (Kittrick, 1977). Eles podem tem grande importância econômica, pois os seus silicatos podem estar intimamente misturados com óxidos de ferro ou com sulfetos, o que dá lugar a verdadeiras jazidas de minério de ferro ou de metais sulfurados (níquel e cobre) (Yovanovic, 1973). Quando observamos o teor total desse elemento, pode-se observar que tende a aumentar em profundidade, o cobre que aparece mais no horizonte Bt que no Cr, pode ser devido ao bandeamento do material rochoso apresentando em concentrações diferenciadas nos diferentes horizontes.

No perfil 2 o quarteado analisado na fração areia grossa tem uma constituição diferente do perfil 1, ambas apresentam diferente potencial de fornecimento de nutrientes ao solo. Apesar de o perfil ter uma predominância do mineral quartzo (96%), apresenta uma porcentagem de mica, que vai do horizonte A ao BC, considerável. A mica nesse quarteado analisado parece sem alteração, sem truncamento, pois apresenta o mesmo grau de intemperismo da superfície até horizontes mais profundos. Apresenta também fragmentos orgânicos ricos em tecido vegetal, carapaça de animal, e casca de semente. Aparece também com porcentagem considerável de um mineral opaco magnético, feldspatos em geral tabulares e mostram brilho terroso, cor esbranquiçada e cor rosa-clara, agregados argilosos a ferrosos e também manganosos detectados com uso do H_2O_2 10% ; fragmentos de rocha de quartzo mais feldspatos e zircão, além de pequenos zircões em todos horizontes. O quartzo predominante ocorre em grão simples e policristalinos, de coloração hialina, branca, alguns com incrustações orgânicas, argilosas e manganosas, de estrutura angulosa a subangulosa, denotando pouco ou nenhum transporte. As micas, tanto biotitas como muscovitas, apresentam hábito laminar, com brilho e coloração de pouco ou nenhum sinal de alteração. Os agregados argilosos variam do friável ao mais resistente às compressões. Nota-se a gradação entre os agregados argilosos e ferrosos através da cor e da resistência à compressão dos grãos (quanto mais escuros e menos friáveis, maior a quantidade de óxido de Fe no agregado). Os manganosos são pretos, resistentes até certo tempo de contato com a solução de H_2O_2 10%. Os minerais opacos magnéticos foram observados com atração pelo uso do ímã.

A fração areia grossa do quarteado analisado no perfil 3, quando comparado as proporções dos minerais presentes, tem outra constituição, pode-se observar que o quartzo é quem domina nos horizontes (95%). Aparecem os fragmentos orgânicos com porcentagem considerável no horizonte

A, constituídos de tecido vegetal diversos e carapaça de animal. Aparece dentre outros os anfibólitos, feldspatos, material opaco magnético, agregados argilosos a ferrosos, fragmentos de rocha constituída de feldspato e mineral opaco; quartzo com mineral opaco; quartzo e mica, além da mica aparecer em quantidade considerável no último horizonte, com 10%. O quartzo, que aparece em todo perfil, tem característica física bem diferenciada, porque tem aparência fibrosa, indicativa de veios de quartzo e protolito de metamorfismo, apresenta-se em grãos angulosos, subangulosos, denotando pouco ou nenhum transporte, grande maioria dos grãos aparecem inclusões opacas, alguns hialinos, cinzas com orientações, alaranjados e avermelhados. Os agregados argilosos variam do friável ao mais resistente às compressões. Os minerais opacos magnéticos foram observados com atração pelo uso do ímã. A mica também tem uma aparência fibrosa, de característica metamórfica filítica de granulação bastante fina, são formadas principalmente por minerais micáceos muito pequenos, quase imperceptíveis; são de grau de metamorfismo baixo. Essas características podem ser típicas de um material específico que teria dado origem ao solo.

A fração areia grossa no perfil 4 representa, um material de baixo potencial de nutrientes ao solo, porque tem uma predominância do mineral quartzo (99%), o que favorece as melhores condições físicas. A fertilidade nesse solo está mais relacionada a matéria orgânica e outros minerais que não tem um proporção percentual considerável. O quartzo predominante ocorre em grão simples e policristalinos, de coloração (hialina, branca), alguns com incrustações orgânicas, e inclusões opacas, presença de oxidação de ferro dando coloração amarelada a alaranjada e de estrutura angulosa, subangulosa, denotando pouco ou nenhum transporte. Esse é um perfil considerado altamente intemperizado e, com baixo potencial de reserva mineral para liberar nutrientes para as plantas.

A fração areia fina no perfil 1 é constituída por quartzo, anfibólito, feldspatos, mica, fragmentos orgânicos e outros (epidoto, minerais opacos, zircão, granada e titanita). O quartzo, com características semelhantes às descritas na fração areia grossa, é o mineral mais abundante apenas no horizonte superficial, mas com média geral no quarteado analisado de 55%. Os feldspatos, anfibólitos e mica aumentam em profundidade, com a mesma característica descrita para a areia grossa. Os outros e fragmentos orgânicos que aparecem no horizonte A, chegam a constituir 1% do perfil. Apesar de esses minerais estarem na fração areia fina desprovida de cargas, torna-se de grande importância nos solos, tornando esse Chernossolo, uma classe rara situado na Zona da Mata, altamente provida de reserva mineral para liberar nutrientes para as plantas. Os minerais primários que contêm K sofrem alterações, primeiramente formando as argilas, como as esmectitas e vermiculitas, que, posteriormente, transformam-se em caulinita (Pédro, 1979).

No perfil 2 o quarteado analisado na fração areia fina é diferenciada do perfil 1, porque não aparece anfibólio e plagioclásio em quantidade considerável e recebe destaque a presença da mica. O perfil é constituído por quartzo, mica, fragmentos orgânicos e outros (epidoto, minerais opacos, zircão, feldspatos-K e anfibólios). O quartzo, com características semelhantes às descritas na fração areia grossa, é o mais abundante com média de 90%. A mica chegam a constituir média de 9%, com sinais de alteração homogênea desde o horizonte A até o BC, observados pelas modificações em suas características físicas, em especial na cor e no brilho. Os outros e fragmentos orgânicos chegam a constituir 1% do perfil. O Argissolo desse perfil apresenta seu maior potencial nutricional no mineral mica, pois se sabe que as micas tem potencial em liberar nutrientes para o solo, consequentemente beneficiando a bananeira com sua reserva mineral.

A fração areia fina no quarteado analisado no perfil 3 é semelhante a constituição do perfil 2, porque o quartzo também domina a constituição com aproximadamente 96%, tem a mica com percentagem considerável de aproximadamente 2%, o material magnético também tem proporção considerável, com média aproximada de 1% e os agregados argilosos juntos com outros minerais chegam também a somar 1%, esses outros são epidoto, zircão, turmalina, anfibólio, feldspato-K e titânita. O quartzo, com características semelhantes às descritas na fração areia grossa, com atenção para o possível quartzo de veios. A mica apresenta-se fibrosas e diferindo dos poucos anfibólios que aparecem quando faz a figura no microscópio petrográfico, podendo considera-la de micas com fissuras. A presença dos minerais magnéticos foi detectado com atração pelo uso do ímã. Os agregados argilosos variam a dureza nas compressões de mais a menos resistentes.

No perfil 4 a fração areia fina torna-se diferente das frações anteriores porque além do quartzo, o único mineral que apresenta porcentagem considerável é a mica e em sequência tem os fragmentos orgânicos, em torno de 3% e mesmo aparecendo outros não tem presença de anfibólio e feldspato-K, sendo esses epidoto, minerais opacos, zircão, plagioclásio, cianita, turmalina, rutilo e goethita. O quartzo, com características semelhantes às descritas na fração areia grossa, é o mineral mais abundante com uma média de 95%. A mica chega a constituir aproximadamente 1% com sinais de alteração, podendo ser considerado quase uma vermiculita, observada pelas modificações em suas características físicas, em especial na redução da cor e do brilho e as bordas com pouca resistência. Os outros com agregados argilosos a ferrosos somam em média de 1%. E agregados argilosos variam a dureza de mais a menos resistentes. Esse Argissolo tem uma mineralogia curiosa que é a presença de cianita, um mineral metamórfico de depressão alta, que pode ser pegmatito granítico. Como é um perfil que tem muitos fragmentos orgânicos e uma biotita em alto estágio de alteração, Pode inferir que mesmo estando em grau elevado de intemperismo, não deixa de ter seu potencial. Porque pelo fato de fragmentos orgânicos e vermiculita manterem a umidade do solo,

permite que os outros minerais presentes em proporções baixa irão lentamente suprindo o solo com seu potencial de reserva mineral.

A mineralogia do solo torna-se de grande importância, quando se deseja saber o potencial nutricional do solo. Pois os minerais presentes no solo são indicadores de reserva mineral, ou seja, a capacidade de ser o solo fonte de nutrientes para as plantas. Mas outra característica importante está relacionada com o tamanho das frações as quais se encontram os minerais, independente de sua facilidade de intemperização. Para suprir as necessidades das plantas é importante que ocorra a decomposição dos minerais presentes, tais como: feldspatos, micas, anfibólios etc que serão a reserva de longo, médio e pequeno prazo.

Dos perfis analisados o perfil 1 dispõe de maiores percentagem de minerais primários, facilmente intemperizáveis, os quais constituem fonte primária de nutrientes para as plantas. Apresentando percentagem de anfibólios (tremolita e homblenda), feldspato potássio e plagioclásio, micas biotita e muscovita além de alguns minerais traços como turmalina, zircão, rutilo, cianita, epídoto e titanita.

Os anfibólios são minerais ferromagnesianos de fácil intemperização (Huang, 1989). De acordo com Pereira et al (2005) a homblenda é um silicato de ferro, magnésio, alumínio, cálcio e sódio $[Ca_2 Na (Mg, Fe^{+2})_4 (Al, Fe^{+3} Ti) Si_6O_{22} (OH, O)_2]$ e a tremolita, outro tipo de anfibólio é constituída por cálcio e magnésio com a composição química de $[Ca_2Mg_5Si_8O_{22} (OH)_2]$. Esses minerais, com o intemperismo, apresentam alto potencial de fornecimento de nutrientes para as plantas.

Os feldspatos dividem-se potássicos ($KAlSi_3O_8$, ortoclásio e microclínio). Van Straaten (2007), apresenta 8 – 15% de K_2O e plagioclásios (albita $NaAlSi_3O_8$, anortita $CaAl_2Si_2O_8$). E Huang (1989) relatou que esses minerais estão presentes nas frações areia e silte de muitos solos. Segundo Kampf et al. (2009), a persistência dos feldspatos no solo está relacionada com a natureza desse minerais, principalmente com o tamanho de partículas, a composição química, a irregularidade na superfície dos cristais além de depender, também, do clima, do relevo, do grau de lixiviação e da ação de compostos orgânicos complexantes e outras variáveis.

Sabe-se que o elemento potássio é liberado dos feldspatos pela ação da água e de ácidos fracos, através de reações de hidrólise e/ou protonação (Mengel & Kirkby, 1987). Quando a hidrólise é total, o intemperismo dos feldspatos resulta na liberação do potássio para a solução e na produção da gibsit. As plantas absorvem o K da solução, o qual é tamponado pelas formas trocáveis (CTC), que são normalmente repostas pelas reservas do solo (formas não-trocáveis e estruturais) (Sparks, 1987). As formas não-trocáveis e estruturais de K são as reservas de médio e longo prazo para as plantas.

Das micas em estudo temos a biotita que de maneira geral segundo Van Straaten (2007) tem cerca de 7 – 10% de K₂O e muscovita com 7 – 11% de K₂O. A biotita é conhecida como mica de ferro e magnésio [K(Mg,Fe)₃AlSi₃O₁₀(OH)₂] e a muscovita, a mica de potássio (KAl₃Si₃O₁₀). No processo de intemperismo das micas, o K é liberado formando vermiculita, esmectita ou interestratificado com esses minerais.

Os minerais anfibólios, feldspatos, plagioclásios e micas aparecem com diferentes percentagens nos perfis selecionados, demonstrando que os solos apresentam diferentes potenciais de fornecimento de nutrientes.

Segundo Pereira et al (2005) na composição química de alguns minerais traços que fazem parte da composição da mineralogia dos perfis em estudo, destaca-se a turmalina que é conhecida como aluminossilicato complexo de boro e de composição química de WX₃B₃Al₃(AlSi₂O₉)₃(O,O,H,F)₄ na qual o W= Na, Ca X= Al, Fe⁺³, Li, Mg, sendo um mineral acessório comum em rochas ígneas, metamórficas, que constitui importante reserva de boro no solo.

O zircão como silicato de zircônio (ZrSiO₄), mineral acessório amplamente distribuído nas rochas ígneas e também em metamórficas, dada sua resistência costuma-se encontrar-se nos sedimentos arenosos. O epídoto apresenta uma composição química de Ca₂(Al, Fe)₃(SiO₄)₃(OH), a titanita como silicato de cálcio e titânio (CaTiSiO₅) e a magnetita como óxido de ferro (Fe⁺²Fe⁺³O₄), serve como reserva do micronutriente Fe.

Silte

A difratometria de raios-x para fração silte (figura 6) permitiu observar que o perfil 1 apresenta uma mineralogia bem diversificada. É comum em trabalhos que caracterizam a mineralogia da fração silte o grande domínio do mineral quartzo (Q). Nesse trabalho a mineralogia da fração silte tem um comportamento condizente com a mineralogia da fração areia fina, o qual permitiu visualizar o quartzo com picos apenas com alta intensidade no horizonte A, que pode estar relacionado com o horizonte de maior intensidade da ação intempérica. Os picos de identificação do quartzo (0,426 nm e 0,336 nm). No horizonte Bt e no Cr, esse quartzo tende a reduzir sua intensidade, permitindo aparecer picos mais nítidos de anfibólios (Af) (0,843 nm e 0,310 nm), presença de vermiculita (V) (1,40 nm), que não expandiu para 1,68 nm ao saturar a amostra com etileno glicol (figura não apresentada) há também a presença de mica (M) (1,00 nm e 0,50 nm) e de caulinita (K) (0,720 nm e 0,356 nm), essa bem identificada cujos picos colapsaram ao serem submetidos à temperatura de 550°C (Figura não apresentada). Essa aparece apenas nos horizontes subsuperficiais, acredita-se que por não aparecer feldspato (Fd) na fração areia fina, o qual quando presente poderia reduzir a frações menores ou sofrer intemperismo e aparecer caulinita em frações

menores, como na fração silte do horizonte A. Mas na fração silte aparece feldspato em todos os horizontes. Embora a presença de feldspato com maior intensidade aconteça nos horizontes superficiais com os picos diversos (picos a 0,650; 0,403; 0,378 e 0,320 nm). Pelo difratômetro não diferimos os tipos de feldspato o que foi possível diferir nas frações areia grossa e fina com o microscópio petrográfico. Com a ocorrência de diferentes faixas de picos de feldspatos na fração silte pode-se inferir a presença tanto de feldspatos potássicos como de plagioclásios.

No perfil 2 o difratômetro da fração silte torna-se menos complexa que do perfil 1. Esse perfil torna-se mais comum, com a presença do mineral quartzo dominando sempre nos horizontes avaliados. Os picos que permitiram identificar quartzo (0,426 nm e 0,336 nm) ocorrem em todos os horizontes com intensidade semelhante. A mica (1,00 nm) tem sua intensidade aumentada em profundidade, a Caulinita (0,720 e 0,356 nm) também aumenta de intensidade com a profundidade e é bem identificada, com picos que colapsaram ao serem submetidos à temperatura de 550°C (figura não apresentada). Há presença de feldspato em todos os horizontes e com menor intensidade no horizonte subsuperficial e não aparecem os diferentes tipos que apareceram no perfil 1, sendo apenas comum em todos os horizontes o (0,403 nm e 0,378 nm). Nesse perfil ocorre o mineral rutilo (Rt) (0,329 nm) que aparece nos horizontes B e, é encontrado como mineral acessório em algumas rochas ígneas alteradas, e em certos gnaisses e xistos cristalinos, forma mais estável de dióxido de titânio e pode conter até 10% de ferro.

O perfil 3 apresenta-se como perfil homogêneo, porque sua mineralogia é semelhante em todo o perfil, com presença de quartzo (0,426 nm e 0,336 nm) e reflexos de caulinita (0,720 e 0,356 nm) bem identificada com picos que colapsaram ao serem submetidos à temperatura de 550°C (figura não apresentada). Além da caulinita aparece também o mineral secundário 2:1 vermiculita (1,40 nm) que não expandiu para 1,68 nm ao saturar a amostra com etileno glicol (figura não apresentada) e mica (1,00 nm e 0,50 nm).

O perfil 4 apresenta uma mineralogia muito simples, nos horizontes A e B encontra-se apenas quartzo (0,426 nm e 0,336 nm) e reflexos de caulinita (0,720 e 0,356 nm), bem identificada com picos que colapsaram ao serem submetidos à temperatura de 550°C (figura não apresentada). O horizonte Bt1 e o saprolito apresentam os mesmos minerais além de reflexos de caulinita e a presença do quartzo, aparecem picos de vermiculita (1,40 nm) que não expandiu para 1,68 nm ao saturar a amostra com etileno glicol e picos de mica (1,00 nm e 0,50 nm), figura não apresentada.

No geral todos os perfis têm a presença de quartzo, mineral primário que apresenta grande resistência aos processos intempéricos. Muitos são os autores que encontram quartzo como mineral predominante nessa fração (Haile-Mariam & Mokma, 1995, Melo et al. 2002a, Vitorino et al. 2003 e Mota et al. 2007).

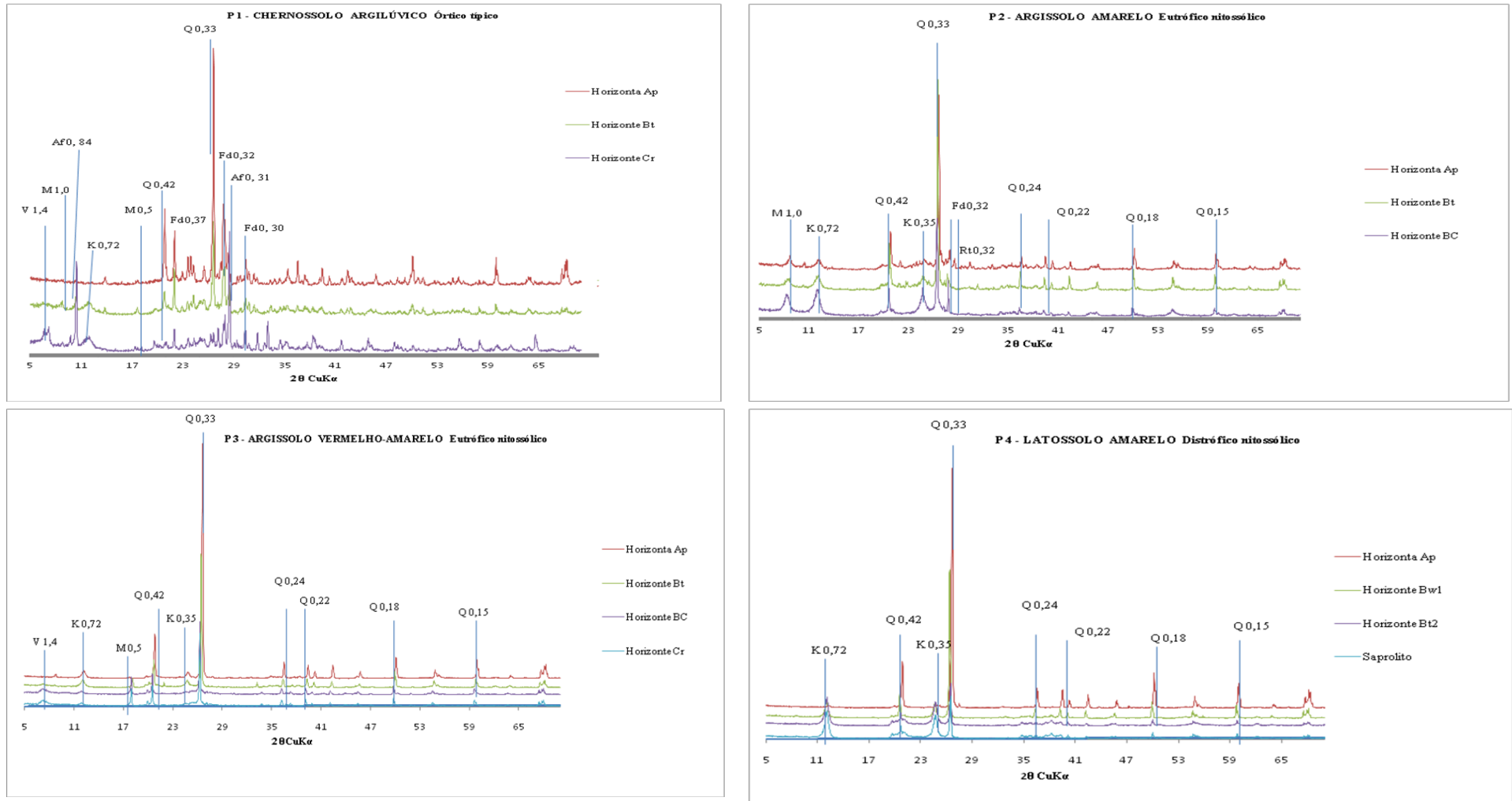


Fig. 6 Difrátogramas da fração silte dos perfis em estudo. V- Vermiculita, M- Mica, Af- Anfibólio, K- Caulinita, Q- Quartzo, Fd- Feldspato, Rt- Rutilo.

A caulinita, sempre que encontrada nessa fração, é discutida como um problema na dispersão ou que ela está associada a agregados argilosos formados pela ação de agentes cimentantes. Para Resende et al (1988), a caulinita na fração silte pode estar relacionada com o desenvolvimento do solo sobre um material pré-intemperizado. Pinto (1971) relata que são pseudomorfos de caulinita do tamanho de silte. Em Cambissolo, Vitorino et al. (2003), relatam que nos horizontes diagnósticos desse solos, reflexos de caulinita são imensos. A caulinita dos solos em estudo estão sendo formada a partir dos minerais feldspatos e micas que estão nas frações maiores ou até mesmo estava na própria fração silte e, com a ocorrência de condições favoráveis (umidade e drenagem), favorece assim a formação de caulinita. Segundo Melo et al. (2002b), a caulinita, mesmo sendo mineral secundário, também representa uma importante reserva de K na fração argila, pois em solos com predomínio de caulinita a fração argila apresentou o maior teor de K total. O que pode estar relacionado com a presença de camadas de mica preservadas no interior do mineral .

Além da presença de quartzo e caulinita na fração argila os solos, há também quantidades consideráveis de minerais intemperizáveis na fração silte, ajudando a manter a fertilidade do solo elevada, através da libertação lenta de nutrientes, tais como o ferro, cálcio, magnésio e potássio. Além desses há outros minerais como anfibólio, mica, vermiculita, feldspato e rutilo que aparecem em especial nos perfis 1 e 2. A composição mineralógica da fração silte, em relação à fração argila, é um bom indício de que os poucos minerais menos resistentes que ocorreram nesta fração, como o feldspato e a mica, dão lugar à caulinita e vermiculita.

O teor médio de K no solo varia de acordo com o material de origem, perdas que tenha sofrido e adições efetuadas, sendo encontrada a maior quantidade deste nutriente nos minerais primários, principalmente nas micas (muscovita, 70 a 170g kg de K₂O, biotita, 60 a 100 g kg de K₂O e os feldspatos – ortoclásio, microclina e sanidina – 40 a 150 g kg de K₂O) (Castilhos & Meurer, 2001).

Como a cultura da bananeira demanda grande necessidade do macronutriente potássio, vale ressaltar os minerais presentes que são fonte de potássio, os feldspatos-k e as micas que, ao serem intemperizados, liberam-no para a solução do solo, onde será absorvido pelas plantas. Para Kaminski et al. (2007), a absorção de K pelas plantas desencadeia um processo contínuo de depleção de formas não-trocáveis de K ocorrentes no solo, embora seja mais acentuada quando os teores de K disponíveis são mais baixos. Uma vez o K trocável esgotado, dá-se a liberação do K contido nas entrecamadas dos argilominerais e acelera-se a intemperização dos minerais primários potássicos (Borkert et al., 1993). Trabalho realizado por Bartoluzzi et al (2005), avaliando as alterações de um solo cultivado com e sem fertilização potássica, observou que sem a fertilização, os teores de potássio trocável estabilizaram-se ao patamar de 30 mg kg⁻¹, indicando que se alcançou

um equilíbrio entre as formas de K trocável e não-trocável com um mínimo de K^+ no sistema solo-planta e que esse teor deverá manter-se por praticamente um decênio e com cultivo de culturas anuais ávidas por K.

Argila

Os difratogramas da fração argila para os perfis em estudo, com todos os tratamentos, são apresentados nas figuras. Para o perfil 1 a assembléia mineralógica é identificada pelos picos característicos nos difratogramas, os quais indicam ser a mica, vermiculita e a caulinita, se destacando em todos os horizontes, sendo o mineral dominante a caulinita com picos de (0,720 nm e 0,356 nm), está bem caracterizada com os picos que colapsaram a 550 °C, a mica foi constatada pela permanência de picos em todos os tratamentos correspondentes aos seus espaçamentos 0,10 nm e 0,50 nm e a presença de vermiculita tem grande atenção, por não ser um mineral secundário comum em solos da região, Almeida (2009) trabalhando com a caracterização de solos da transição Mata Agreste, não encontrou esse mineral. Essa identificada vermiculita (1,4 nm) não expandiu para 1,68 nm ao saturar a amostra com etileno glicol. Sabe-se que para haver presença desses minerais secundários vermiculita e caulinita são necessários a presença dos minerais que lhe deem origem e como visto na mineralogia das frações mais grosseiras, esses minerais são as micas e os feldspatos e o domínio da caulinita é porque a vermiculita no seu processo intemperismo pode também ser um mineral fonte de caulinita. Sabe-se que o Chernossolo é considerado uma classe de solo de evolução não muito avançada e que tem elevados teores de Cálcio e Magnésio e segundo Rai & Kittrich (1989) as condições de estabilidade das vermiculitas são restritas aos sistemas com grande atividade de Si e bases e Pai et al (2007) relatam que a abundância de ácidos orgânicos tende a produzir vermiculita com menor carga e esse perfil apresenta um teor médio dentro do perfil de 3% de matéria orgânica.

O perfil 2, 3 e 4 a fração argila tem toda semelhança quanto a assembleia mineralógica, ambos os perfis tem mica e caulinita, com o predomínio da caulinita em todos os perfis. Quanto ao perfil 4 a presença da mica fica apenas os reflexos quando faz-se o aquecimento para confirmação da caulinita com o colapso a 550 °C, se destacam os picos (0,72 nm e 0,356 nm), entretanto resalta a presença da mica constatada pela permanência de picos em todos os tratamentos 1,00 nm, 0,50 e 0,33. O domínio da caulinita na fração argila dos perfis estudados sugere, segundo Alencar (2002), uma transformação quase que direta da mica em caulinita, mas como temos além de mica, feldspato e vermiculita nas frações maiores, pode-se atribuir a transformação desses minerais em caulinita.

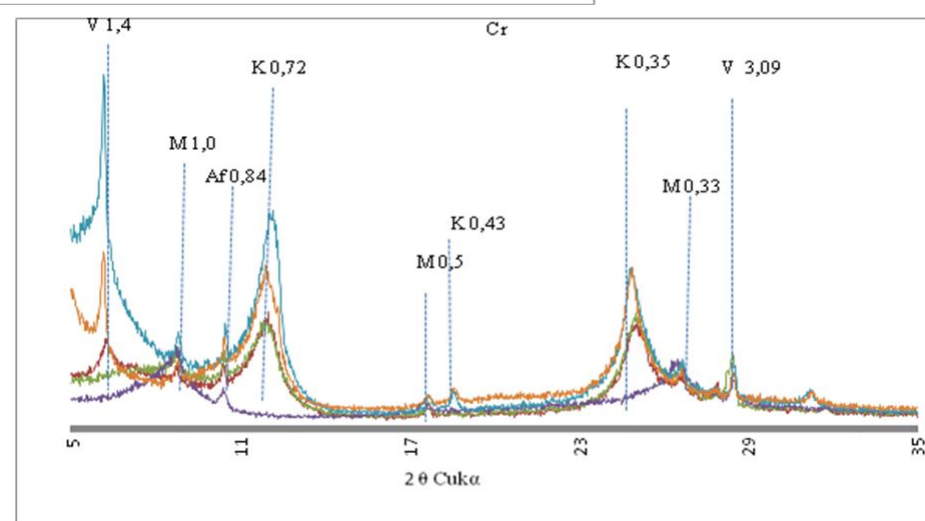
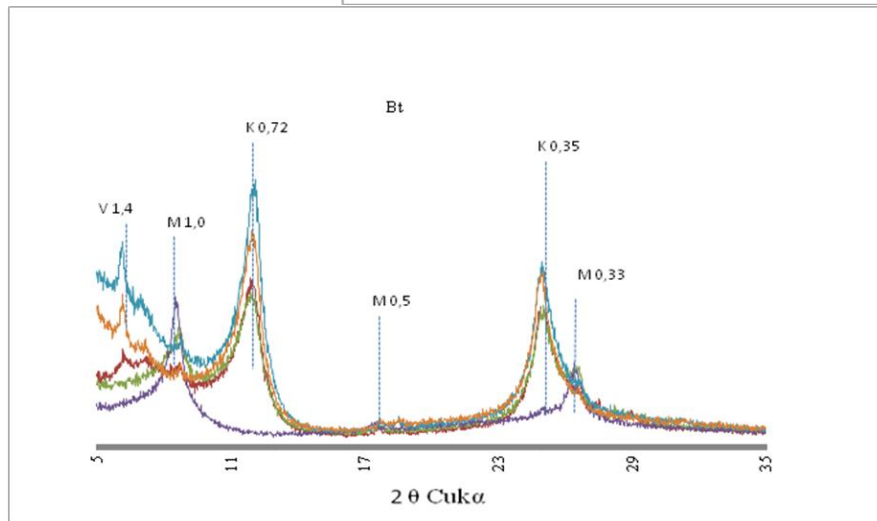
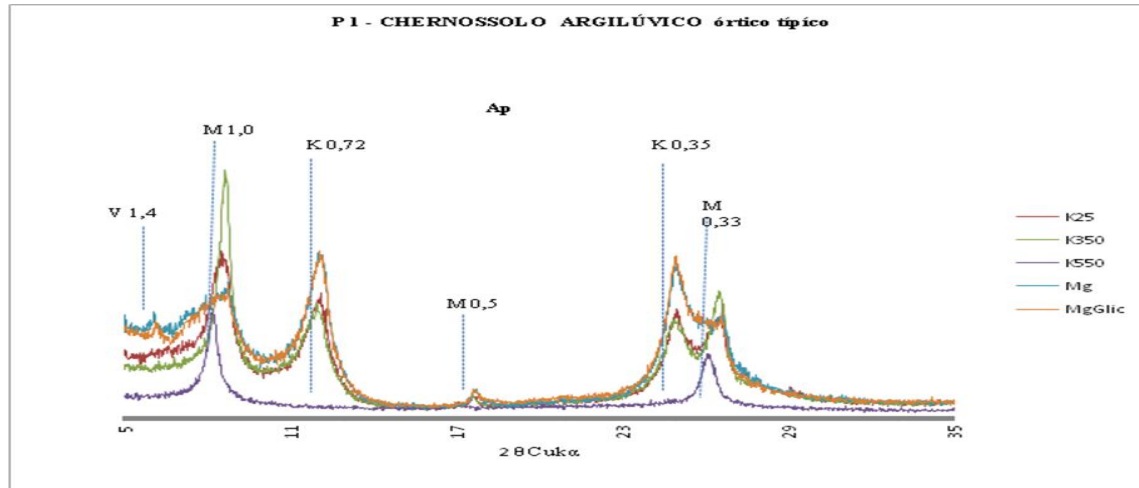


Fig. 7 Difratoograma da fração argila do perfil 1, V – Vermiculita, M – Mica, Af - Anfibólio, K - Caulinita

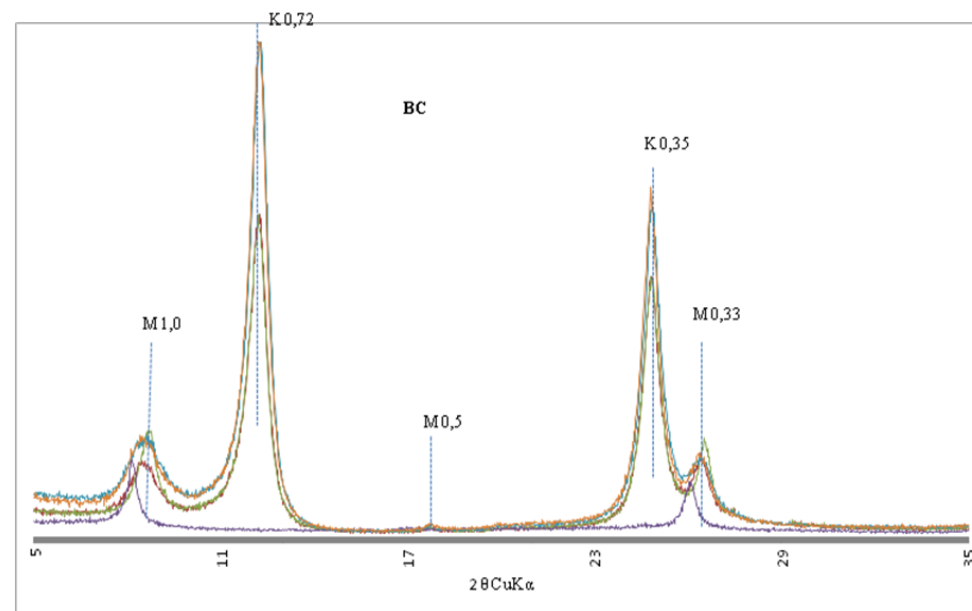
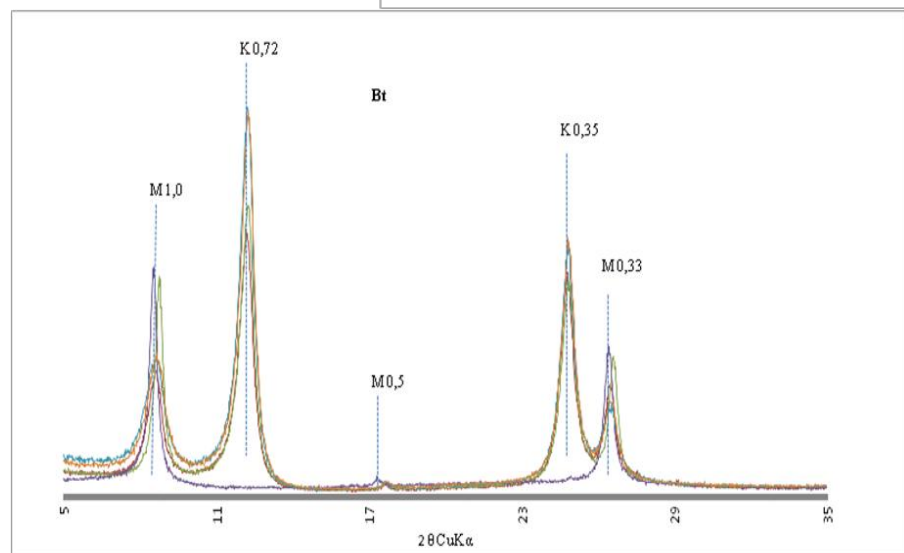
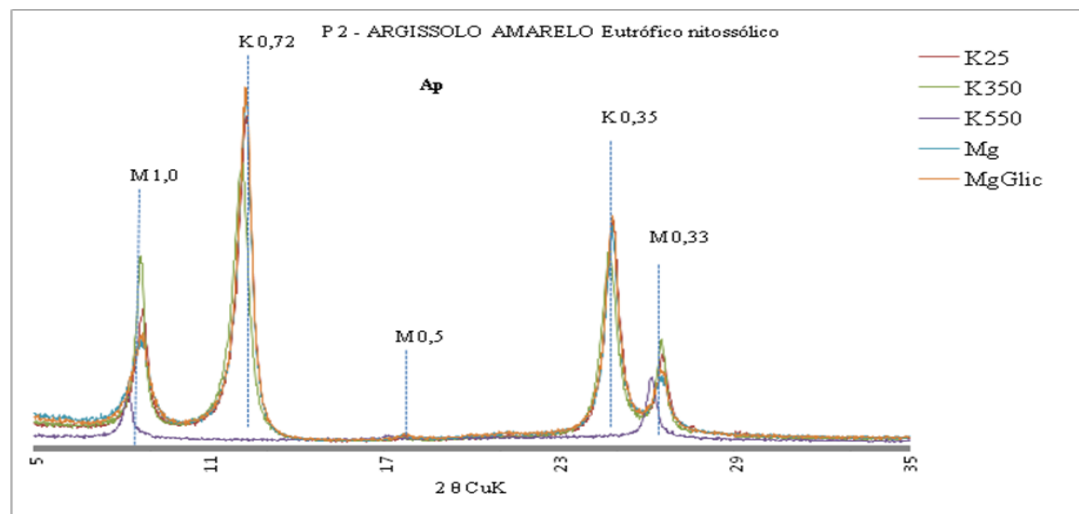


Fig. 8 Difratoograma da fração argila do perfil 2. M – Mica, K - Caulinita

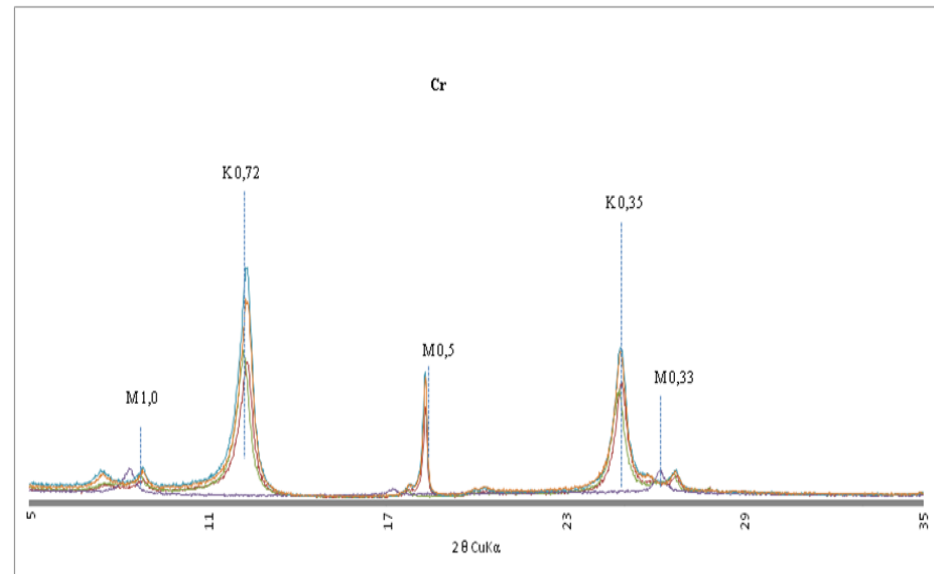
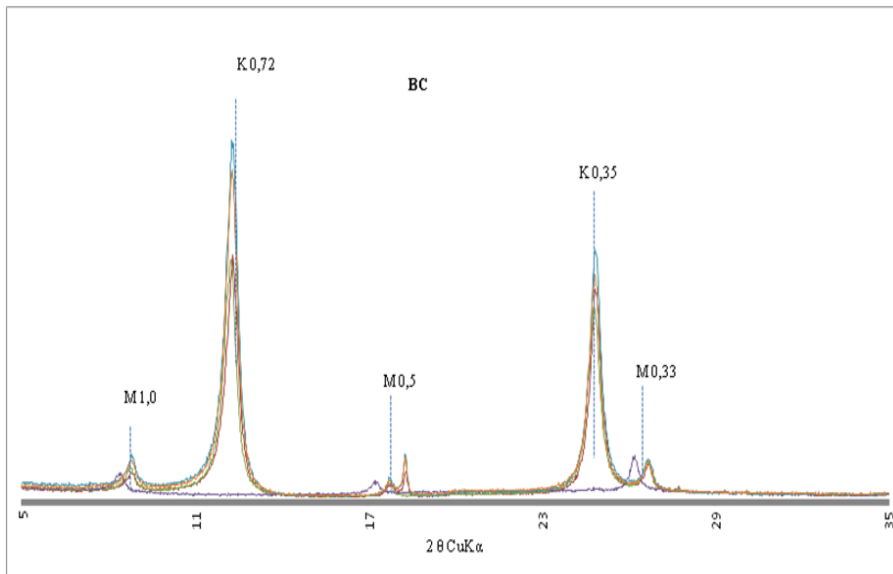
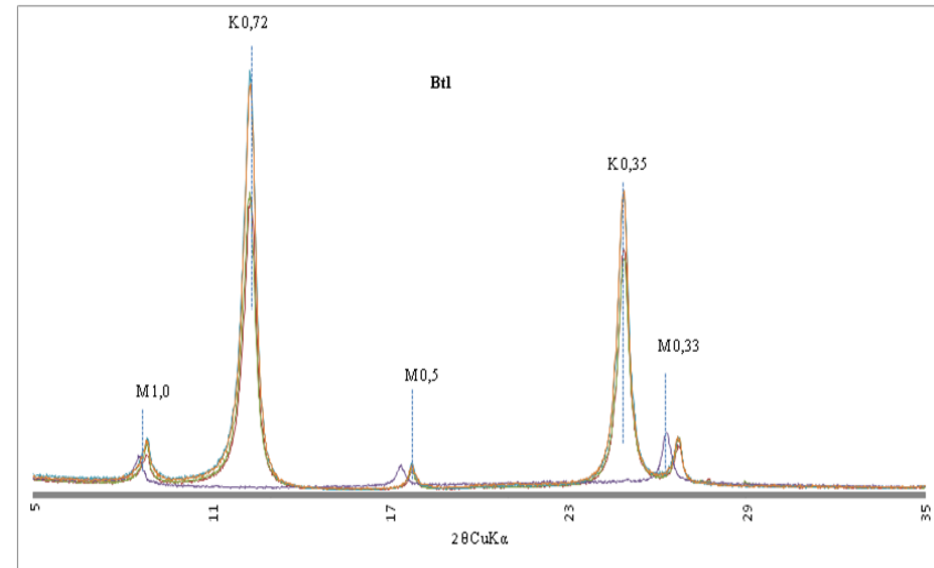
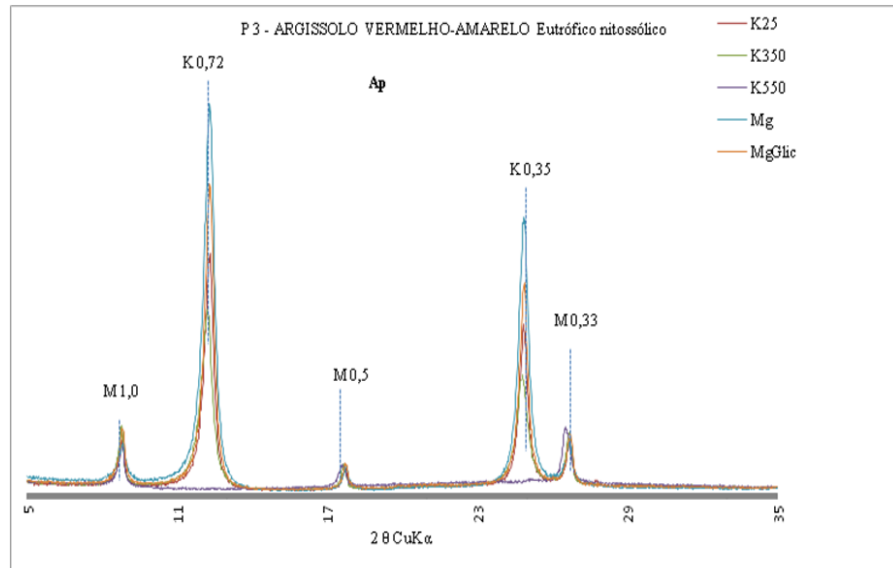


Fig. 9 Difratoograma da fração argila do perfil 3 . M – Mica, K – Caulinita

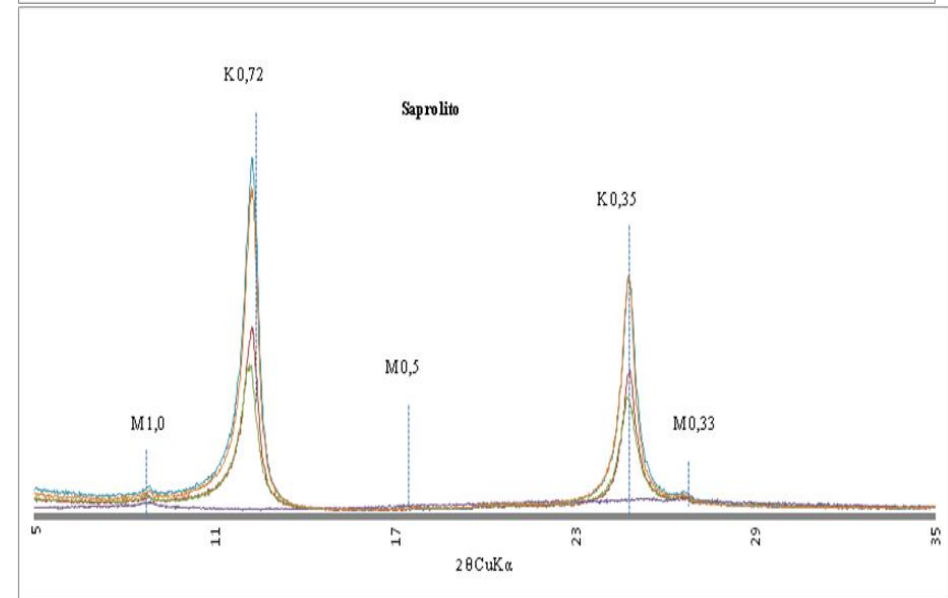
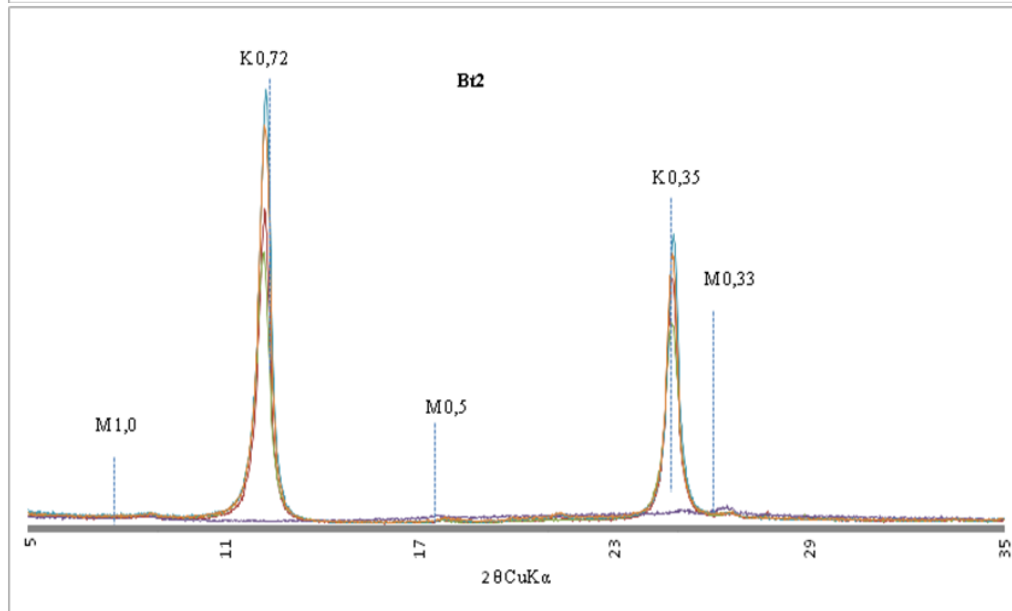
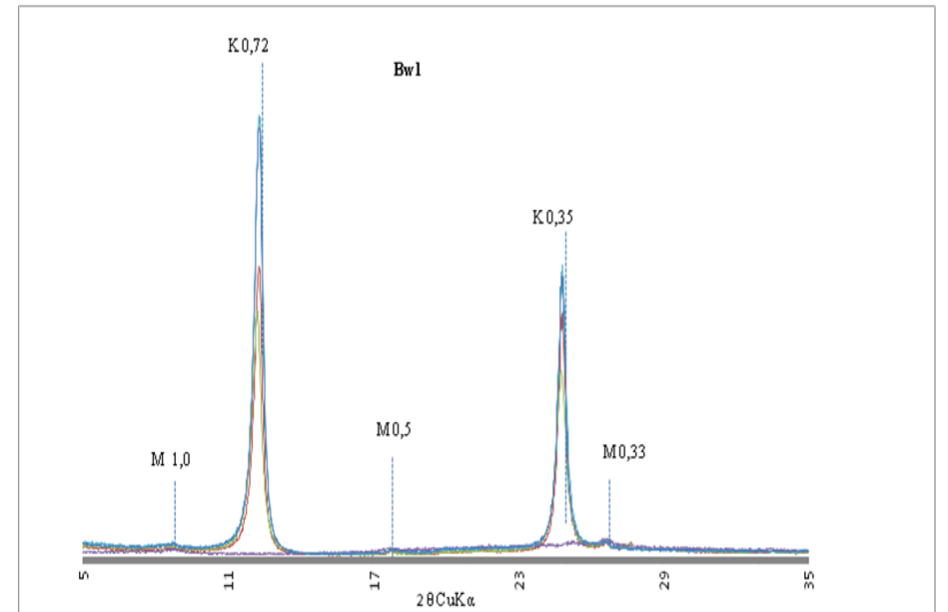
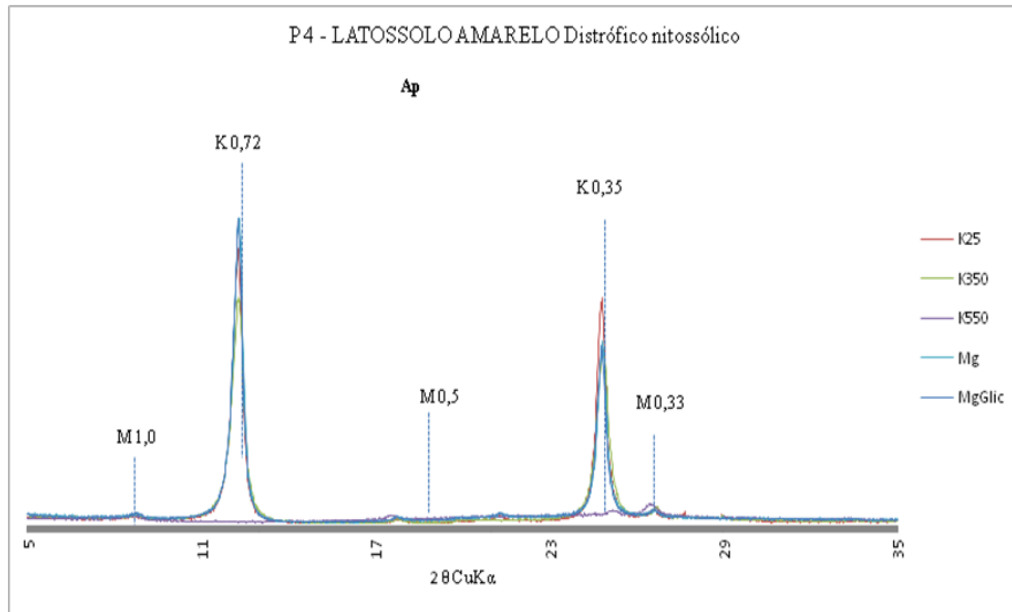


Fig. 10: Difratoograma da fração argila do perfil 4. . M – Mica, K – Caulinita.

4.5 Teores de Si, Al e Fe em diferentes extratores

Na tabela 5 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), este mais que o oxalato e este mais que o pirofosfato, fato observado também por outros autores (Ferreira et al., 2002; Coelho & Vidal Torrado, 2003). A determinação da distribuição desses óxidos tem grande importância para entender a dinâmica da fração argila do solo.

O ataque sulfúrico tem a função basicamente de extrair o teor total do elemento de alta e baixa cristalinidade, além de outras formas extraíveis presentes na fração argila. O DCB extrai os óxidos que se encontram de forma livre, o ferro cristalino (óxidos), o de baixa cristalinidade (amorfo) e o organicamente ligado aos materiais de solos (Mehra & Jackson, 1960; Mckeague & Day, 1966).

O oxalato extrai as formas de óxidos/hidróxidos de Fe e Al de materiais menos cristalinos. Relatos em trabalhos de McKeague & Day (1966), com diferentes classes de solo, explica que esse extrator tem sido muito usado para extrair a maior parte do Fe e do Al de materiais amorfos. Também confirmado por Schwertmann & Taylor (1989), o Oxalato de Amônio Ácido (OAA), por ser um agente complexante, retira as formas de Al e Fe mal cristalizadas, principalmente o precursor da hematita, a ferrihidrita.

Kaiser & Zech (1996) afirmaram que o elemento extraído com pirofosfato não está associado à fração húmica do solo, mas também à dissolução alcalina de gibbsita e à peptização de hidróxidos de Al associados à matéria orgânica neles adsorvida.

Na tabela 5 pode-se observar que a extração total dos elementos seguiu a predominância de abundância na litosfera, sendo extraído mais silício do que alumínio e este mais que o ferro.

Os elementos extraídos pelo ataque sulfúrico, para o SiO_2 variaram de 11,2 a 29,0 %; para o Al_2O_3 7,1 a 23,9 % e para o Fe_2O_3 de 2,23 a 9,10 %. De maneira geral, os valores mais baixos desses elementos estão associados aos baixos conteúdos de argila observados nos solos estudados, uma vez que os maiores valores desses óxidos foram observados no horizonte B.

O DCB mostrou-se mais eficiente na extração do ferro em relação ao alumínio em todos os perfis, e se observarmos o teor total de alumínio encontra-se maior que o ferro. Os maiores percentuais desse elemento encontra-se nos horizontes B. Esses resultados estão dentro de padrões da literatura Moura Filho (1998) e Gomes (2005) estudando Espodossolos.

Por outro lado o oxalato e pirofosfato, extraíram o alumínio, corroborando resultados obtidos Skjemstad et al (1992). O oxalato extraiu percentuais de alumínio semelhantes ao longo de todos os perfis com mínima variação conforme se podem observar na Tabela 5. Os

maiores teores de Fe extraído com DCB foram encontrados no LATOSSOLO decorrentes de maior evolução pedogenética e boa drenagem.

Tabela 5- Teores de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ obtidos com diferentes extratores

Horizonte	Profundidade cm	Si _t	Al _t	Fe _t	Al _d	Fe _d	Al _o	Fe _o	Al _p	Fe _p
		%								
CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico										
Ap	0 – 10	14,9	7,10	2,54	0,83	1,46	0,39	0,24	0,36	0,11
Bt	46 – 70	24,1	14,8	2,50	1,18	1,67	0,32	0,06	0,20	0,15
Cr	110 – 123+	25,2	11,9	2,23	0,90	0,84	0,35	0,07	0,20	0,05
ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico										
Ap	0 – 10	11,2	9,9	4,60	0,97	1,04	0,32	0,22	0,16	0,14
Bt1	40– 84	19,3	17,34	6,40	1,17	3,01	0,37	0,21	0,15	0,02
BC	152 – 172+	29,0	20,6	8,44	1,06	3,43	0,35	0,15	0,17	0,00
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico nitossólico										
Ap	0 – 13	12,2	12,1	3,30	1,25	1,62	0,41	0,21	0,24	0,03
Bt1	62 – 118	26,1	21,6	7,71	1,65	5,54	0,42	0,07	0,24	0,02
BC	180 – 220	25,3	23,9	8,34	1,79	3,82	0,43	0,05	0,26	0,02
Cr	220 – 255	18,6	18,7	6,37	1,35	0,96	0,43	0,01	0,25	0,02
LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitossólico										
Ap	0 – 17	15,6	12,6	5,30	1,69	2,24	0,41	0,17	0,43	0,24
Bw1	60 – 95	22,6	18,6	9,10	1,63	7,46	0,45	0,04	0,31	0,26
Bt2	200 – 260	25,2	21,6	8,30	1,60	7,86	0,46	0,02	0,22	0,02
Saprolito da encosta		19,6	20,6	7,13	1,20	2,92	0,42	0,01	0,23	0,01

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), Al_p (Alumínio extraído por pirofosfato), Fe_p (Ferro extraído por pirofosfato).

4.6 Relação entre os Teores de Si, Al e Fe em Diferentes Extratores.

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. Será apresentado na tabela 6 e discutido a relação entre silício, alumínio e ferro e os extratores ataque sulfúrico, DCB, oxalato e pirofosfato.

Para as variáveis que ajudam a inferir sobre o grau de intemperismo, entre estas o Ki e Kr, esses se encontram com valores variados, para a variável Ki no CHERNOSSOLO de 2,7 a 3,6. Esse é o perfil em que se encontram os maiores valores dessa relação, condizente com a classe de solo, e indicativo de um perfil com menor evolução pedogenética.

Nos outros perfis essa relação encontra-se menor, no ARGISSOLO AMARELO a relação varia de 1,9 a 2,3; no ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO 1,8 a 2,2 e no LATOSSOLO AMARELO de 1,6 a 2,1. O Kr variando no P1 de 2,4 a 2,8; no P2 de 1,5 a 1,8, o perfil 3 e 4 tem uma variação muito semelhante, sendo no P3 1,3 a 1,7 e no P4 de 1,4 a 1,7. Os valores de Ki sempre maior que o Kr e os menores valores desses (Ki e Kr) tendem a se concentrar sempre no horizonte B, mostrando a influência dos óxidos na mineralogia da fração argila do solo. Melo (1998) relata que valores de Ki, de modo geral, em torno de 1,4, indicam mineralogia predominantemente caulinítica na fração argila, com presença de ilita e, em menor quantidade, gibbsita e maior que 2,2 sugere argilominerais 2:1 como pode ser observado no difratogramas de raios-x do CHERNOSSOLO a presença de vermiculita.

Os valores na tabela 6 encontram-se dentro de padrões da literatura, pois segundo Santana et al. (2002), o índice Ki de Chernossolo varia de 2,21 a 5,18 e de acordo com Embrapa (2006), os Argissolos encontram-se com o Ki na faixa de 1,0 a 3,3. Anjos et al. (2007), relata valores de Ki elevados e considera elevado valores superiores a 2,2, indicando grau de intemperização não muito elevado dos solos por eles estudados. Observando os difratogramas do CHERNOSSOLO e relacionando o baixo grau de desenvolvimento, com Ki da ordem de 2,7–3,6, condiz com a presença de minerais de argila 2:1 (vermiculita). Nos ARGISSOLOS E LATOSSOS, A mineralogia caulinítica dos solos concorda com os valores de Ki encontrados. Segundo Moniz (1972c), os valores de Ki serão tanto menores quanto mais avançado for o estágio de intemperização do solo, indicando que valores de Ki reflete a mineralogia do solo, indicando uniformidade da mineralogia da fração argila com predomínio de caulinita e óxidos de Fe e Al, pois quanto mais intemperizado, menos influência de minerais primários para influenciar na potencial do extraído.

A relação Al_o/Al_d , indica grau de cristalinidade dos óxidos, e quanto maior essa relação, menos cristalino. Na tabela 6 observa-se uma variação entre e dentre os perfis; e o que mais varia

dentro do perfil é o perfil 1 com valores de 0,27 a 0,47; o perfil 2 aparece na relação mais homogêneo com variação de 0,31 a 0,33 e o P3 e P4 tem novamente comportamento semelhante; com variação de 0,24 a 0,35 no P3 e P4 com variação de 0,24 a 0,32. Como discutindo anteriormente os valores de Al_d são mais elevados do que os de Al_o , refletindo-se em baixos valores da relação Al_o/Al_d . O perfil 4 aparece com uma sequência na redução da relação em que o mais baixo valor da relação encontra-se no horizonte Ap e maior no saprolito; confere a ideia do grau de evolução de um perfil e esse com avançado estágio de intemperismo, além de ser bem drenados. Gualberto et al. (1987), relataram que quanto mais baixa essa relação, há indicativo que o Al presente ocorre predominantemente na forma cristalina. 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 para solos caulíníticos do Japão, esses valores variaram de 0,03 a 0,3. O que condiz com quase todos os perfis, exceto o horizonte A do Chernossolo. O que pode estar associado ao seu mais alto teor de matéria orgânica, que pode estar impedindo a cristalização.

A relação Fe_o/Fe_d segue a mesma interpretação anterior, pois os extratores seguem com a mesma função. O oxalato extrai o menos cristalino e o DCB o mais cristalino. Na tabela 6 observa-se que variou de 0,04 a 0,17 no P1; 0,04 a 0,21 no P2 e o P3 e P4 apresenta-se com valores menores e mais homogêneos dentro do perfil, variando de 0,01 a 0,13 no P3 e 0,00 a 0,08 no P4, essa relação de óxido de ferro encontra-se decrescente em profundidade em todos os perfis ou seja a relação é mais elevada nos horizontes superficiais, o que faz inferir mais uma vez que a matéria orgânica, influencia de maneira que acaba reduzindo o grau de cristalização dos óxidos de Fe pedogênicos. Coelho & Vidal-torrado (2003), relatam que existe uma maior proporção de óxidos livres nas formas mais cristalinas na sub-superfície que na superfície do solo, indicando que o maior teor de compostos orgânicos próximo à superfície atua como inibidor da cristalização dos óxidos. E essa inibição é devida a redução na razão de atividade que é influenciada por diferenças no regime de umidade, que ambos estão associados, pois quanto maior umidade, maior teor de matéria orgânica, que favorece a retenção. Segundo Schwertman & Taylor (1989), os maiores conteúdos de matéria orgânica nos horizontes superficiais favorecem a complexação do Fe, estabilizando a ferrihidrita e conseqüentemente impedindo a sua transformação para formas mais estáveis de Fe. Coelho et al. (2001), justifica que a maior relação em horizonte superior pode ser associada a materiais recentemente depositados.

Os teores de Fe_o são extremamente baixos quando comparados aos de Fe_d , o que pode ser confirmado pela baixa relação Fe_o/Fe_d (valor máximo de 0,21) apenas no horizonte A do perfil 2; vale salientar que quanto mais baixa a relação maior o predomínio de formas mais cristalinas de

óxidos de ferro, como descreve Kampf et al. (2000), característica de solos em avançado estágio de intemperismo, pode-se observar essa menor relação no perfil 3 e 4. De acordo Alleoni & Camargo (1995), quanto maiores os valores dessa relação, menor o grau de cristalinidade dos compostos de ferro e, portanto, menos evoluído é o solo, pois essa relação exprime a evolução do elemento no solo e evidencia, entre outros fatores, o grau de seu intemperismo. Esse baixo valor da razão Fe_o/Fe_d ($\leq 0,05$) indicam óxidos predominantemente cristalinos (Motta & Kämpf, 1992; Kämpf & Dick, 1984).

A razão entre Fe_d/Fe_t variou de 0,16 a 0,67 no P1; 0,23 a 0,47 no P2; de 0,15 a 0,72 no P3 e 0,41 a 0,94 no P4. A relação entre os teores de Fe determinados com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio e com ácido sulfúrico (Fe_d/Fe_t) indica a reserva do elemento Fe em outros grupos de minerais que, por meio da ação do intemperismo, pode ser liberado da estrutura cristalina e, eventualmente, transformar-se em óxidos (Cornell & Schwertmann, 1996). Pode-se inferir também com essa relação o grau de intemperismo do solo, pois o perfil 1 e o perfil 3 que foi possível chegar ao horizonte Cr, observa-se que apresenta as menores relações, fazendo inferir que a proporção de ferro já liberado pelo intemperismo dos minerais primários, o ferro precipitado e outras fontes de ferro são liberados a medida que ocorre o desenvolvimento do solo indicando que esse ferro encontra-se na estrutura dos minerais primários. E o perfil 3 e 4 encontra-se mais desenvolvido pois a relação tem valores mais altos. Levando em consideração o que relataram Melo & Johas (1988) que a relação $> 0,8$ geralmente é observada para Latossolos que são solos com avançado estágio de intemperização, e no perfil 4 no horizonte Bw1 e Bt2 essa relação encontra-se com 0,82 e 0,94 respectivamente e esse é um perfil de baixo potencial nutricional, pois em elevadas profundidades não foi possível observar presença marcante de minerais primários.

A razão entre Fe_p/Fe_d variou de 0,06 a 0,09 no P1; 0,00 a 0,13 no P2; 0,01 a 0,02 no P3 e no P4 de 0,00 a 0,11. Observa-se que no perfil 1 todos os horizontes encontra-se com maiores relações comparados aos outros perfis, principalmente abaixo do horizonte Ap, os perfis 2, 3 e 4 não passa de 0,03. Pode-se admitir que a maior proporção encontra-se no perfil do CHERNOSSOLO, que tem o mais alto valor de matéria orgânica acima de 6,0%. Isso pode indicar ambiente propício a formação de complexos do metal com a matéria orgânica, e pode-se pensar também na natureza dessa matéria orgânica. Com isso observamos a associação dessa relação com a matéria orgânica, pois os perfis apresenta sempre valores maiores da relação no horizonte Ap, de fácil associação com a matéria orgânica.

Na Tabela 6 observa-se que o CHERNOSSOLO a relação Al_o/Al_p , essa relação comporta-se de forma homogênea dentro do perfil, o mesmo que acontece com a relação Al_o/Al_d , mostrando que a distribuição do alumínio é mais homogênea, não tendo uma relação identificável com

característica do solo, entretanto o ferro tem variações diferenciadas, variando com o teor de matéria orgânica, a fração argila, a presença dos minerais primários, provavelmente porque o ferro apresenta variações químicas de oxidação e redução. Essa relação em todos os perfis é maior que 1 significando que o Al extraído pelo oxalato por vezes é maior que o extraído pelo pirofosfato, admitindo que o oxalato é adequado para extrair Al de complexos orgânicos insolúveis em meio ácido, possivelmente ocorre uma maior dissolução desse em meio ácido. A menor relação encontra-se no horizonte A de todos os perfis e mesmo sendo menor em todos os perfis essa relação é maior que 1,00, mostrando com isso que quanto maior teor de matéria orgânica, o pirofosfato consegue extrair mais alumínio.

A partir dos teores de Al e Fe no extrato do pirofosfato de sódio e dos teores de CO, foi calculada a relação molecular $(Al_p + Fe_p) / CO$ das amostras dos perfis estudados. Essa relação indica quanto do elemento encontra-se livre da matéria orgânica. Quanto maior a relação, significa que tem mais íons livres extraídos do que os que estão ligados a matéria orgânica ou seja ela não é suficiente para se ligar aos íons, deixando esses livres. Pode observar que os perfis comportam-se de maneira semelhante, com exceção o LATOSSOLO AMARELO que tem maior relação nos dois primeiros horizontes de 0,57 e 75 Ap e Bw1 respectivamente. Mas por ser mais alto em comparação com os outros perfis em estudo faz inferir que íons metálicos estão em quantidade maior em relação ao teor de CO, sobrando assim íons. Segundo Higashi et al. (1981), evidenciaram que em amostras cuja quantidade de matéria orgânica extraída seja relativamente baixa, torna-se insuficiente para ligar o total de Fe e Al extraídos; evidenciando que o pirofosfato de sódio estaria extraíndo Fe e possivelmente Al de formas não ligadas à matéria orgânica. E ainda segundo ao mesmo autor, as relações moleculares metal/CO estaria baixa e disponível para ser ligada com íons metálicos, pois relatam, para relações maiores que 0,12, a matéria orgânica não está habilitada a se ligar a íons metálicos, ou seja esse valor (0,12) é o valor limite para a união de metais à matéria orgânica do solo. Resultando com isso muitos íons metálicos que não estão ligados a matéria orgânica.

Sabe-se que a ciência é falível, por isso diante dos resultados com os extratores tem-se observado que não existe melhor estimativa para Fe e Al nas considerações da gênese dos solos. Aferindo que há muito a se pesquisar para discutir a questão das relações dos elementos Fe e Al com os extratores. Farmer et al. (1983), particularmente o oxalato é mais efetivo para formas de Fe, Al e Si em horizontes espódicos. McKeague et al. (1971), o que complica entender a extração com o oxalato é por ele relaciona-se além do elemento complexado à matéria orgânica relaciona também a dissolução total ou parcial de ferrihidrita, lepidocrocita, maghemita e magnetita. O extrator oxalato é mais específico tanto para formas orgânicas como inorgânicas de Al de baixa cristalinidade, enquanto o pirofosfato é apenas para formas orgânicas do elemento (Childs et al., 1983). O aumento

do conteúdo do carbono não é proporcional ao aumento da capacidade de extração do pirofosfato, mostrando que a influência da matéria orgânica não depende unicamente da quantidade, mas também de sua natureza, como demonstrado por Urrutia et al. (1995).

Tabela 6- Principais relações dos diferentes extratores

Horizonte	Profundidade	Ki	Kr	Al _o /Al _d	Fe _o /Fe _d	Fed/Fet	Fep/Fed	Al _o /Al _p	Al _p +Fep/C
Cm									
CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico									
Ap	0 – 10	3,6	2,8	0,47	0,17	0,57	0,08	1,09	0,39
Bt	46 – 70	2,7	2,4	0,27	0,04	0,67	0,09	1,54	0,41
Cr	110 – 123	3,5	2,7	0,39	0,09	0,16	0,06	1,73	0,45
ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico									
Ap	0 – 10	2,0	1,5	0,33	0,21	0,23	0,13	2,09	0,23
Bt1	40 – 84	1,9	1,5	0,31	0,07	0,47	0,01	2,39	0,18
BC	152 – 172	2,3	1,8	0,33	0,04	0,41	0,00	2,13	0,17
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico nitossólico									
Ap	0 – 13	1,9	1,6	0,32	0,13	0,49	0,02	1,67	0,26
Bt1	62 – 118	2,1	1,7	0,25	0,01	0,72	0,01	1,77	0,28
BC	180 – 220	1,6	1,3	0,24	0,01	0,46	0,01	1,68	0,30
Cr	220 – 255	1,6	1,3	0,32	0,02	0,15	0,02	1,71	0,30
LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitossólico									
Ap	0 – 17	2,15	1,7	0,24	0,08	0,42	0,11	0,97	0,57
Bt1	60 – 95	1,8	1,4	0,27	0,00	0,82	0,03	1,44	0,75
Bt4	200 – 260	2,1	1,6	0,29	0,00	0,94	0,00	2,05	0,28
Saprolito		2,0	1,6	0,35	0,00	0,41	0,00	2,87	0,27

Ki (% SiO₂ x 1,70/ %Al₂O₃) e Kr (%SiO₂ /0,6)/(%Al₂O₃/1,02) +(% Fe₂O₃/1,60); Al_o (Alumínio extraído por oxalato ácido de amônio); Al_d (Alumínio extraído por Ditionito- Citrato-Bicarbonato) Fe_d (Ferro Ditionito), Fe_o (Ferro extraído por oxalato ácido de amônio), Al_p (Alumínio extraído por pirofosfato), Fe_p (Ferro extraído por pirofosfato); C. (Carbono).

4.7. Teor total e Disponível dos Micronutrientes Catiônicos

Determinar o teor total de qualquer elemento no solo tem sua importância. Permite saber quanto do elemento encontra-se no ambiente; se este contém concentrações acima do nível considerado natural, representa um perigo eminente na cadeia alimentar.

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 tabela 7 encontram-se os teores totais e disponíveis dos micronutrientes catiônicos do solo esses foram realizadas apenas nos horizontes que se determinou análise mineralógica; porque normalmente

esses micronutrientes estão associados aos minerais presentes no solo e sua disponibilidade ligada ao pH e teor de argila. É suma importância conhecer os teores de micronutrientes do solo, para avaliar a fertilidade natural dos mesmos e os prováveis efeitos residuais de insumos utilizados.

É comum admitir que os principais mecanismos que controlam os níveis dos micronutrientes na solução do solo são a dissolução, adsorção e a precipitação. Mas Lindsay (1979) afirma que a fase mineral é o agente controlador fundamental da quantidade dos elementos na solução. Diante dos resultados obtidos, pode-se observar que os teores totais de todos elementos analisados (Fe, Cu, Zn, Mn e Ni) são sempre maiores que os disponíveis. Porque se a digestão não for realizada com seus devidos cuidados, pode ocorrer precipitação dos elementos. No perfil 1 em relação ao elemento ferro, observa-se que o total varia de 44.678,10 mg kg⁻¹ no horizonte A e a maior concentração 62.543,70 mg kg⁻¹ no horizonte Bt.

O disponível tem alguma semelhança com a sequência de distribuição, e o mesmo observa-se com a extração do DCB; a menor concentração no horizonte A com 13,84 mg kg⁻¹ de Fe. Essa menor disponibilidade no horizonte A, provavelmente tem influência da matéria orgânica e pode estar formando complexos com os compostos orgânicos do solo; porque nesse horizonte o extrator oxalato e pirofosfato extraem mais ferro. Entretanto no horizonte Bt, onde obteve a maior extração total, devido a maior presença de minerais primários, essa disponibilidade não é maior que o horizonte Cr, provavelmente porque tem outros atributos interferindo na disponibilidade do elemento, como a quantidade e a qualidade da argila, que favorece a adsorção.

O perfil 2, apresenta uma sequência de extração com o aumento da profundidade tanto para o total como para o disponível. A menor concentração obtida no horizonte A com 42.683,10 e 12,70 ppm para teores totais e disponíveis e a maior no último horizonte o BC sendo 60.023,70 e 16,83 ppm respectivamente.

O perfil 3, quanto ao teor total comportou-se com uma semelhança do perfil 1, com menor concentração no horizonte A 36.686,85 e maior no horizonte Bt, com 63.886,20 mg kg⁻¹ e o disponível, menor foi no horizonte Bt e maior no horizonte BC.

O perfil 4 quanto a extração total, também tem um comportamento semelhante ao P2, com menores valores de extrações no horizonte A 42.199,35 e maior no último horizonte Bt2 com 76568,70 mg kg⁻¹.

O saprolito da encosta não teve a maior extração. Mas como já mencionado é o material que tem influência de escoamento superficial, lateral, não representando em alguns aspectos a parte mais profunda do perfil. Mas o curioso nesse perfil é a elevada disponibilidade comparada aos outros perfis em estudo, pois se comporta diferente dos comumente encontrado. Menor foi no

saprolito com $8,90 \text{ mg kg}^{-1}$ e maior no horizonte A com $76,86 \text{ mg kg}^{-1}$, com mesmo comportamento do extrator pirofosfato. Quando esse se torna mineralizado fica disponível para as plantas. O pH é outra característica que influencia a disponibilidade dos elementos no solo. Quando o pH é baixo, na classe de fortemente ácido, como acontece com o LATOSSOLO, torna o elemento ferro mais solúvel. Camargo et al. (1982), que determinaram teores de Fe, extraído com DTPA, encontrou teor disponível de $75,8 \text{ mg kg}^{-1}$ em textura argilosa. No geral os valores encontrados estão dentro de padrões da literatura, pois o teor total de ferro no solo segundo Faquin (2005) comumente variam entre 0,5 a 5%, mas há casos de ultrapassar 10%.

Borges & Caldas (2004), recomendam para variedade Pacovan, a conduzida na área de estudo um teor de ferro disponível de 71 mg kg^{-1} a 86 mg kg^{-1} . Único perfil que apresenta esse teor e apenas no horizonte A é o LATOSSOLO.

O elemento cobre Cu tem seu conteúdo afetado no solo em função do material de origem, da mineralogia e do conteúdo de matéria orgânica, além da contaminação através dos insumos utilizados. Não é comum realização de adubação com micronutriente em solos e a bananeira, em ordem decrescente absorve em último lugar esse micronutriente (Borges & Oliveira, 2000).

Na tabela 7 o teor total no perfil CHERNOSSOLO não foi tão variável, mas foi menor no Cr com 51, 28 e maior no Horizonte Bt com $57,93 \text{ mg kg}^{-1}$. Isso mostra uma homogeneidade dentro do perfil em relação a esse elemento e sua maior relação com a fração argila do solo.

Essa pouca diferença dentro do horizonte pode ser devido ao material rochoso ser bandado favorecendo maiores concentrações em um horizonte que em outro. Mas a disponibilidade desse elemento, é reduzida em profundidade, sendo menor no horizonte A com $0,11 \text{ mg kg}^{-1}$ e maior no Cr com $1,46 \text{ mg kg}^{-1}$.

Provavelmente essa disponibilidade está relacionada a complexação com a matéria orgânica do solo, porque observando todos os perfis em estudo tem o mesmo comportamento, menor teor disponível em superfície, e o perfil do CHERNOSSOLO que tem maior teor de matéria orgânica em superfície tem também menor disponibilidade desse elemento.

Outra característica que influi na disponibilidade é o pH; pela variação de acidez, neutralidade e/ou alcalinidade média a elevada encontrada nos solos. Resultados obtidos por Moreira et al. (2007), demonstram que condições elevado pH de reação do solo, ocorre baixa disponibilidade de micronutrientes para as plantas, mesmo que os seus teores absolutos sejam de médios a elevados. Silva et al. (1993), demonstrou redução do teor de Cu à medida que aumentava o pH do meio, sendo observado também no CHERNOSSOLO menor disponibilidade em todo perfil

segundo o valor de pH e nos ARGISSOLOS E LATOSSOLO segue a mesma tendência, pois essa disponibilidade encontra-se menor em superfície e que também apresenta menor pH.

O perfil 2 é um solo que apresenta um maior teor de Cu, mas numa faixa de variação menor. No horizonte A com 77,08 e maior no Bt com 81,68 mg kg⁻¹. Mas apesar de estar com teor total alto, a disponibilidade é aproximadamente 30 vezes menor, sendo essa crescente em profundidade. Menor no horizonte A com 1,87 e maior no último horizonte com 2,90 mg kg⁻¹.

O perfil 3 também apresenta menor teor no horizonte A com 46,83 e maior no horizonte BC 71,53 mg kg⁻¹. A disponibilidade desse elemento não diferencia dos outros perfis, sendo a disponibilidade crescente em profundidade. No horizonte A encontra-se a menor disponibilidade com 4,50 e no horizonte BC com 5,42 mg kg⁻¹.

O perfil 4 apresenta comportamento diferenciado em relação aos outros horizontes, é o único que apresenta a menor concentração no horizonte Bt com 28,53 mg kg⁻¹ e a maior concentração no horizonte A com 51,20 mg kg⁻¹. Pode inferir que apesar de ser um solo aparentemente mais desenvolvido, em que muitos dos minerais primários não fazem parte da composição mineralógica, os elementos traços que compõe a sua mineralogia tem indícios de material com a presença de cobre.

Mas a maior concentração na superfície e menor no Bw é relacionado a qualidade da matéria orgânica, que teria complexado o elemento e com a mineralização, está deixando o elemento Cu disponível e a fração argila, pode está funcionando como dreno de Cu, pois nesse mesmo horizonte estão as maiores extrações pelo o DCB. . Mas quanto a disponibilidade também apresentar o mesmo comportamento que os perfis anteriores, menor disponibilidade em superfície com 2,87 e maior no saprolito com 3,93 mg kg⁻¹.

Observa-se também que nem sempre quando se tem mais elemento total, significa ter mais elemento disponível. Os perfis 3 e 4 é apresentam maior teor de cobre disponível, mas não tem correspondência com seu teor total. Quando ocorre aumento de teor total em profundidade é cabível relacionar com a composição mineralógica. Com isso os perfis P2 e P3 são quem mais apresentam minerais com cobre em sua composição. Significando que esse solo tem potencial natural de liberar cobre no solo. A bananeira na escala de absorção dos micronutrientes absorve pouco cobre Lahav & Turner (1983).

Os teores disponíveis de todos os perfis estão acima do que Vendrame et al. (2007) classifica como baixo 0,20 mg kg⁻¹. Com exceção do horizonte A do CHERNOSSOLO, todos os outros horizontes e perfis estão acima do disponível encontrado por Luchese & Bohnen (1987), porque eles encontraram disponibilidade igual ou menor que 0,3 mg kg⁻¹ de cobre, extraído por Mehlich-1.

Para a variedade Pacovan Borges & Caldas (2004), recomendam um teor de cobre disponível de $6,0 \text{ mg kg}^{-1}$ a $7,0 \text{ mg kg}^{-1}$, valores esses que não foi encontrado em nenhum dos nossos perfis.

O micronutriente zinco (Zn) no perfil 1 apresentou uma variação no seu teor total, maior no Horizonte A com $100,65 \text{ mg kg}^{-1}$ e menor no Bt com $63,53 \text{ mg kg}^{-1}$. Essa maior concentração total em superfície pode ser via adição de insumos adicionado ao solo, pois o horizonte em subsuperfície apresenta-se com menores concentrações.

Quanto a disponibilidade o elemento zinco segue a mesma distribuição do teor total, pois é 2 vezes maior no horizonte A, com $2,15 \text{ mg kg}^{-1}$ e menor no Bt com $1,07 \text{ mg kg}^{-1}$.

O perfil 2 tem variação na distribuição, porém não muito ampla nos horizontes, mostrando uma homogeneidade de material que contem o elemento zinco. Esse é o perfil que apresenta as maiores concentrações tanto referente ao teor total como ao disponível. A maior concentração total é no horizonte Bt com $107,03 \text{ mg kg}^{-1}$ e menor no horizonte BC com $98,85 \text{ mg kg}^{-1}$.

Quanto ao teor disponível, o horizonte A é quem domina com $6,14$ e o BC com menor teor com $0,66 \text{ mg kg}^{-1}$. No perfil 1 a maior disponibilidade em superfície estar relacionada com a ligação desse elemento com a matéria orgânica, o que pode ser observado no seu maior teor de carbono.

O perfil 3 comporta-se de maneira a ter mais zinco nas estruturas dos minerais primários, pois segue uma sequência de distribuição, menor teor no horizonte A com $51,83 \text{ mg kg}^{-1}$ e quase três vezes mais no horizonte Cr, com $146,85 \text{ mg kg}^{-1}$ de zinco. A disponibilidade é o inverso, o horizonte A é quem tem maior teor desse elemento disponível com $2,02 \text{ mg kg}^{-1}$ e o Cr com menor teor com $0,91 \text{ mg kg}^{-1}$ de zinco disponível.

O perfil 4 apresenta o menor teor total do elemento, sendo o maior valor no horizonte A $43,35$ e menor no Bt2 com $37,43 \text{ mg kg}^{-1}$. O saprolito próximo ao local de coleta $48,53 \text{ mg kg}^{-1}$.

O teor disponível foi menor no horizonte A com $0,11 \text{ mg kg}^{-1}$ e maior no saprolito com $0,61 \text{ mg kg}^{-1}$. Esse comportamento pode estar relacionado com a maior permeabilidade do solo, o zinco por Kabata Pendias & Pendias (2001) considerar um dos micronutrientes mais móveis, acaba por lixiviar dentro do perfil. Esse é um elemento de grande importância na cultura da bananeira, pois segundo Borges & Oliveira (2000) é um dos micronutrientes que mais frequentemente se encontram deficientes nas bananeiras. Mas por não existir valor do teor de Zn considerado adequado que possa ser usado como padrão para todos os locais de cultivo e cultivare.

Alvarez et al. (1999), usando o mesmo extrator Mehlich-1, em solos do Estado de Minas Gerais, classificou teores muito baixos $0,4 \text{ mg dm}^{-3}$, encontra-se nessa classe o horizonte A e Bw do LATOSSOLO ($0,11 \text{ mg kg}^{-1}$ e $0,27 \text{ mg kg}^{-1}$).

O mesmo autor considera baixos, de $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ a $0,9 \text{ mg kg}^{-1}$; encontra-se aqui também os horizontes Bt2 ($0,55 \text{ mg kg}^{-1}$) do LATOSSOLO como também o saprolito ($0,61 \text{ mg kg}^{-1}$).

E seu valor classificado como médio $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$ a $1,5 \text{ mg kg}^{-1}$. Nessa faixa estão os subhorizontes do perfil 1 e 3.

O valor indicado como suficiente $1,6 \text{ mg kg}^{-1}$ a $2,2 \text{ mg kg}^{-1}$; estão o horizonte A dos perfis 1 e 3. O perfil 2 encaixa na faixa de altos porque ele considera valores, maiores do que $2,2 \text{ mg kg}^{-1}$.

A baixa disponibilidade estar relacionado ao pH do solo, pois segundo trabalho de Sanders (1983) o pH abaixo de 6,0; mas, acima desse valor, a concentração de zinco diminui acentuadamente, isso provavelmente porque ocorre sua precipitação em forma de compostos de baixa solubilidade.

Mas se levar em consideração o trabalho de nível crítico de Silva et al. (2007), todos os perfis estão abaixo do nível crítico de Zn no solo (camada de 0 a 20 cm) obtido pelo extrator Mehlich-1 é de $12,4 \text{ mg kg}^{-1}$ e $8,8 \text{ mg kg}^{-1}$.

De acordo com Raij et al. (1996), os valores de Zn disponível são considerados quando estão abaixo de $0,50 \text{ mg kg}^{-1}$, com isso enquadra-se o perfil 4. Esse teor também foi um teor sugerido por Borges & Oliveira (2000) para as bananeiras responderem adubação com zinco. Borges & Souza (2004), indicam que para teores de Zn no solo inferiores a $0,6 \text{ mg kg}^{-1}$ recomendam-se $6,0 \text{ kg}$ de Zn/ha. E que o teor ideal para variedade Pacovan Borges & Caldas (2004), recomendam para 12 mg kg^{-1} a 14 mg kg^{-1} , também mais uma vez indicando que as áreas estão com baixa disponibilidade desses micronutrientes.

Sabe-se que depois do ferro o manganês (Mn) no solo é o micronutriente mais abundante nos solos, e sua variação é grande por causa da variação no material de origem. Pode-se observar no perfil 1 que esse material de origem, contém manganês em sua composição pois seu teor total variou de $827,72 \text{ mg kg}^{-1}$ no horizonte A e $1.136,72 \text{ mg kg}^{-1}$ no horizonte Cr. Os valores de manganês total nesse perfil não estão dentro de faixa de distribuição dos solos em geral pois segundo Raij (1991) estar entre 200 mg kg^{-1} e 800 mg kg^{-1} . Almeida (2009) trabalhando com solos da transição Mata Agreste de Pernambuco encontrou em solos não cultivado valores médios de $90,70 \text{ mg kg}^{-1}$ e sob cultivo de bananeira $721,23 \text{ mg kg}^{-1}$.

Quanto ao teor disponível no perfil 1 variou de $7,07 \text{ mg kg}^{-1}$ no horizonte Bt e $12,77 \text{ mg kg}^{-1}$ no horizonte A. E esse maior teor em superfície pode ser indicativo de ação antropogênica e maior teor de matéria orgânica neste horizonte.

No perfil 2 o elevado teor de Mn total era esperado, porque no próprio perfil foi possível o pedólogo visualizar presença de óxidos de manganês e através da mineralogia ótica foi possível

encontrar agregados argilosos e o próprio quartzo com incrustações manganosas, confirmado com o teste de H₂O₂ a 10%, a frio. Os teores totais nesse perfil variaram de 1738,72 mg kg⁻¹ no horizonte A e no horizonte BC 770,72 mg kg⁻¹. Isso mostra que esses óxidos estavam em pontuações dentro do perfil.

Quanto a disponibilidade nesse perfil foi em média 5 vezes mais que os outros perfis, variando de 14,91 mg kg⁻¹ no horizonte BC e no horizonte A com 73,15 mg kg⁻¹. Se avaliarmos conforme os relatos de Faquin (2005), não são valores altos porque ele cita que teores totais podem variar de 0 a 4000 mg kg⁻¹ e disponível de 0,1 a 100 mg kg⁻¹.

O perfil 4 apresenta-se característico de entrada de Mn via antropogênia, apresenta uma variação de 828,72 mg kg⁻¹ no horizonte A e 330,72 no horizonte Bt2; no saprolito 74,44 mg kg⁻¹.

Quanto ao teor disponível, não tem um padrão de distribuição, encontra-se com menor concentração disponível no Bt2 com 0,24 mg kg⁻¹, maior no Bw1 com 1,42 mg kg⁻¹ e o saprolito com 3,06 mg kg⁻¹.

Esses valores disponíveis acredita-se que sejam baixos, porque em área de mata Almeida (2009) encontrou valores disponíveis de 4,70 mg kg⁻¹ a 10,90 mg kg⁻¹ pois essa é uma área tida como referência de nutrientes para o desenvolvimento de plantas.

Tomando como padrão o trabalho de Marschner (1995), os perfis 1, 2 e 3 estão com níveis adequados a nutrição, ele cita que os níveis de manganês considerados adequados á nutrição de plantas variam de 10 mg kg⁻¹ a 20 mg kg⁻¹. Mas segundo Dantas (1971), o requerimento mínimo de Mn para o desenvolvimento da maioria das plantas é inferior a 20 mg kg⁻¹. E a concentração total de todos os perfis entraria no padrão de Krauskopf (1972), que cita que a concentração total no solo varia de 0,02 g kg⁻¹ a 3 g kg⁻¹, sendo a média de 0,6 g kg⁻¹. Borges & Caldas (2004), recomendam teor de manganês disponível de 315 mg kg⁻¹ a 398 mg kg⁻¹.

O micronutriente níquel é pouco citado como essencial a cultura da bananeira, fazendo esse trabalho uma importante fonte de informação para a cultura tanto quanto seu teor total e a sua disponibilidade. Pode-se então observar que o perfil 1 apresenta influência da mineralogia no teor total desse elemento, pois varia de 19,12 mg kg⁻¹ no horizonte A e chega a 38,97 mg kg⁻¹ no horizonte Cr. Quanto a disponibilidade, pode-se inferir que está sendo disponível de acordo com a evolução dos solos, pois a maior disponibilidade encontra-se no horizonte A com 0,80 mg kg⁻¹ e chega a 0,0 mg kg⁻¹ no horizonte Cr.

O perfil 2 comporta-se de maneira semelhante quanto ao teor total sendo menor no horizonte A com 31,62 mg kg⁻¹ e maior no ultimo horizonte BC com 43,72 mg kg⁻¹. Quanto a disponibilidade demonstra ter complexação com a matéria orgânica pois a menor disponibilidade encontra-se no

horizonte A com $0,16 \text{ mg kg}^{-1}$ e maior no horizonte Bt com $1,56 \text{ mg kg}^{-1}$. Esse menor teor no horizonte A, pode estar relacionado também com o aumento do pH que nesse horizonte encontrasse moderadamente neutro.

O perfil 3 apresenta uma menor e mais homogênea distribuição do teor total com $23,54 \text{ mg kg}^{-1}$ no horizonte A e maior teor total no horizonte Cr com $28,17 \text{ mg kg}^{-1}$. Mas quanto a disponibilidade, esse perfil apresenta maior teor de níquel, e menor disponibilidade no horizonte Bt $1,43 \text{ mg kg}^{-1}$ e maior no horizonte A com $1,66 \text{ mg kg}^{-1}$. Analisando conforme resultados da literatura, todos os perfis estão com teor total dentro do padrão.

No perfil 4, o comportamento do níquel estar semelhante ao elemento cobre e manganês. No horizonte A predomina o teor total, com $34,74 \text{ mg kg}^{-1}$ e menor no saprolito com $24,72 \text{ mg kg}^{-1}$. Como discutido anteriormente, esta variação pode está relacionada com a intervenção antropica por não ocorrer esse aumento em profundidade.

Quanto a disponibilidade, é menos disponível no horizonte Bt com $0,50 \text{ mg kg}^{-1}$ e maior no Bt4 com $0,96 \text{ mg kg}^{-1}$, pode-se atribuir a sua mobilidade no solo, tendendo a uma maior disponibilidade em subsuperfície e segundo (Kabata Pendias & Pendias 2001), o Ni também é considerado um dos mais móveis.

Campos et al. (2003) analisando 19 Latossolos, de diferentes regiões do país e desenvolvidos a partir de vários materiais de origem, observaram teor Ni variando entre 3 mg kg^{-1} e 45 mg kg^{-1} . Caires (2009), observou na ordem dos Latossolos, médias de $46,65 \text{ mg kg}^{-1}$ de Ni. A Cetesb (2005), define valor de prevenção 30 mg kg^{-1} , significando que o perfil 1, 2 e 3 deve ser monitorada.

Biondi et al. (2011), encontraram teores totais de Ni nos horizontes superficiais e subsuperficiais dos solos de referência de Pernambuco em Zona da Mata $6,0 \text{ mg kg}^{-1}$ e $5,97 \text{ mg kg}^{-1}$ de Ni.

Na crosta terrestre, o teor de Ni é de aproximadamente 160 mg kg^{-1} , mas no solo seus teores, variam de 1 a 200 mg kg^{-1} (Pais & Jones Junior, 1996). Quanto ao teor disponível adequados ao crescimento da planta encontram-se próximos a $1,5 \text{ mg kg}^{-1}$ (Malavolta, 2006).

A produção de banana é afetada por fatores internos da planta, como os genéticos, e também por fatores externos, como condições de clima, solo e manejo. Como meio de diagnosticar problemas de produção, surge análise de solo, como ferramenta mais importante para diagnóstico da deficiência de micronutrientes. Não é comum encontrar trabalhos com análise total e disponível, sendo esse trabalho um meio de informação essencial e necessária. Apesar de haver diferença entre teor total e disponível, é importante ter esses resultados, porque o teor total provavelmente estar relacionada com a mineralogia do solo e os elementos fazendo parte da estrutura do mineral.

Independente da classe de solo, a distribuição dos elementos tem variações dentro do perfil, pois pode estar relacionado a fração argila, a atividade de argila, a matéria orgânica, ao pH refletindo assim a qualidade do material que compõe o solo em especial o material de origem e a mineralogia que se encontram no solo.

Tabela 7- Teores totais e disponíveis dos micronutrientes catiônicos

Hort.	Prof.	Total	Disponível	Total	Disponível	Total	Disponível	Total	Disponível	Total	Disponível
		Fe		Cu		Zn		Mn		Ni	
cm		mg kg ⁻¹									
CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico											
Ap	0 – 10	44.678,1	13,8	55,6	0,1	100,6	2,15	827,7	12,8	19,1	0,8
Bt	46 – 70	62.543,7	22,2	57,9	0,9	63,5	0,84	860,2	4,3	31,0	0,3
Cr	110 – 123+	46.636,2	26,6	51,3	1,5	70,5	1,32	1136,7	8,8	38,9	0,0
ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico											
Ap	0 – 10	42.683,1	12,7	77,1	1,9	102,9	6,14	1738,7	73,2	31,6	0,2
Bt1	40– 84	50.866,2	16,6	81,7	2,9	107,0	1,95	1720,2	37,1	41,0	1,6
BC	152 – 172+	60.023,7	16,9	81,3	2,9	98,8	0,66	770,7	14,9	43,7	0,7
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico nitossólico											
Ap	0 – 13	36.686,8	20,3	46,8	4,5	51,8	2,02	568,7	17,5	23,5	1,7
Bt1	62 – 118	63.886,2	17,8	61,6	5,2	58,8	1,04	214,7	2,6	27,2	1,4
BC	180 – 220	62.183,7	23,5	71,5	5,4	70,1	1,04	210,7	3,6	26,9	1,5
Cr	220 – 255	57.766,2	22,8	67,7	5,3	146,8	0,91	907,7	4,9	28,2	1,6
LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitossólico											
Ap	0 – 17	42.199,3	76,9	51,2	2,8	43,4	0,1	828,7	1,3	34,7	0,7
Bw1	60 – 95	58.853,7	11,6	28,5	3,1	39,2	0,3	705,2	1,4	28,9	0,5
Bt2	200 – 260	76.568,7	12,2	32,5	3,7	37,4	0,5	330,7	0,2	31,4	0,9
Saprolito		51.691,2	8,9	33,5	3,9	48,5	0,6	74,4	3,1	24,7	0,8

Potássio

É comum em trabalho de estudos mineralógicos avaliar a assembleia e inferir sobre a gênese do solo. Mas esse trabalho, além de caracterizar os minerais, tem a finalidade de avaliar o potencial nutricional do solo.

Diante dos resultados da mineralogia é possível observar reservas de potássio a partir dos minerais presentes no solo e por isso. Na figura 11 encontram-se os teores totais e disponíveis de potássio nos diferentes perfis de solos avaliados.

É possível observar que a disponibilidade de potássio não é diretamente relacionada com o teor total, ou seja, quem tem muitos minerais ricos em elementos essenciais e isso faz inferir que o solo originado desse tipo de mineral é fértil.

Mas não quer dizer que um solo que dispõe de elementos essenciais vai suprir as necessidades das plantas. O perfil 1, que apresenta maior teor de potássio total e menor disponibilidade, significando que o solo tem potencial de reserva mineral e que carece de estudos para melhor administrar essa disponibilidade. Porque baseando na mineralogia do solo, rico em vermiculita possivelmente está ocorrendo uma fixação de potássio.

Melo et al. (2003), relatam que é de suma importância e necessário conhecer a reserva de K nas frações do solo e a contribuição de cada espécie mineral nos teores totais do nutriente, uma vez que a taxa de liberação de K é determinada, principalmente, pela natureza, tamanho e concentração dos minerais presentes no solo.

Em solos altamente intemperizados de regiões tropicais úmidas, obtêm-se teores de K total desde muito baixos (150 mg kg^{-1}) até valores mais elevados (2.000 mg kg^{-1}) e com, exceção do LATOSSOLO todos os outros estão com potássio total acima de valores elevados. Resultados semelhantes ao LATOSSOLO foram encontrados por Martin & Sparks (1983), em torno de $1805,7$ e $1427,4 \text{ mg kg}^{-1}$ considerados baixos e mais de 88% estão na fase mineral.

Borges & Souza (2004), indicam que solos com teores de K acima de $0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}$ dispensam a adubação potássica. Mas vale ressaltar que apesar do CHERNOSSOLO ter menor que esse teor, não seria aconselhável fazer essa adubação, porque avaliando que o mineral secundário predominante é a vermiculita, essa área precisaria reavaliar o método de adubação, pois é possível que esteja ocorrendo uma fixação de potássio, sendo necessário parar de realizar esse tipo de adubação. Nos horizontes superficiais o ARGISSOLO AMARELEO E O LATOSSOLO apresentam valores acima do indicado como suspenso. Ficando assim o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO com a sugestão de se realizar uma adubação potássica. Essa forma poderia ser o cloreto de potássio ($600 \text{ g de K}_2\text{O kg}^{-1}$), sulfato de potássio ($500 \text{ g de K}_2\text{O kg}^{-1}$) e o nitrato de potássio ($480 \text{ g de K}_2\text{O kg}^{-1}$).

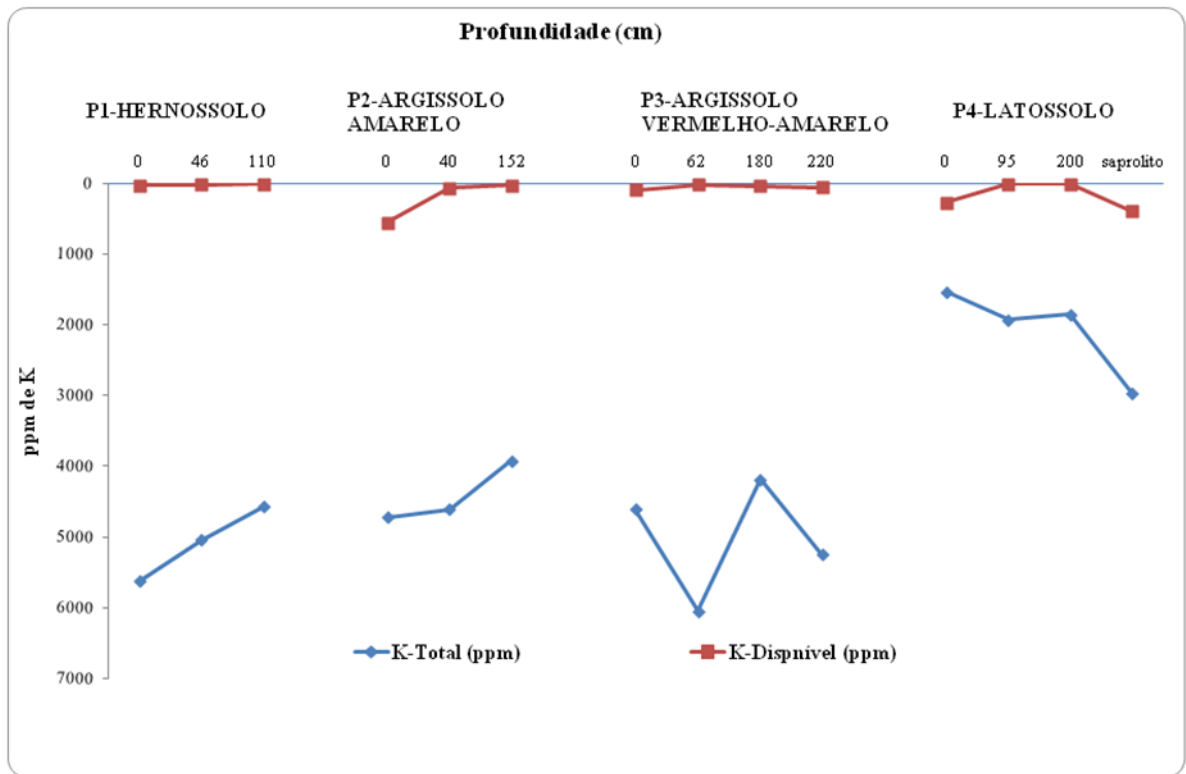


Fig. 11: Teor total e disponível de K dos perfis.

5. CONCLUSÕES

Os solos da região apresentam um gradiente de evolução pedogenética e são de boa estrutura; o CHERNOSSOLO foi o de menor grau de desenvolvimento e o LATOSSOLO o mais desenvolvido.

Com base nas análises químicas, a fertilidade natural dos solos segue a seguinte ordem decrescente: Perfil 1>Perfil 2>Perfil 3>Perfil 4.

A assembléia mineralógica dos solos indica potencial de fornecimento de nutrientes para as plantas.

As diferenças nos tipos de óxidos de ferro predominantes nos solos parecem estar relacionadas a condições ambientais, além do baixo pH no perfil 4, que possivelmente favoreceu a predominância de Goethita.

O CHERNOSSOLO apresenta-se rico em minerais primários, estes com grande potencial nutricional, anfibólios, feldspatos diversos, micas e vermiculitas, mas precisaria ser manejado adequadamente para tornar os elementos disponíveis.

O CHERNOSSOLO e os ARGISSOLOS apresentam potencial de fornecimento de níquel, cobre e zinco, com aumento desses nutrientes em profundidade.

O ARGISSOLO AMARELO, apesar da morfologia indicar grau de desenvolvimento elevado, apresenta na mineralogia da fração grosseira minerais pouco alterados em todo o perfil, além de proporção considerável de mica na fração areia fina.

O LATOSSOLO é um perfil com baixo potencial nutricional, tem baixa soma de bases, baixa saturação por bases e baixa fertilidade; além de ter uma baixa reserva mineral, mas apresenta diferentes elementos traços que podem ser fontes de nutrientes.

Nos diferentes solos foi possível identificar os minerais secundários mica, vermiculita e caulinita.

Os perfis são distintos na sua composição mineralógica, o CHERNOSSOLO apresenta percentuais pouco comuns de anfibólios, o ARGISSOLO AMARELO apresenta minerais com baixo grau de intemperismo e presença nítida de óxidos de manganês, o ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO com sua atração magnética e o LATOSSOLO, que é o que mais apresenta minerais traços diferenciados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JR., C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C., Cátions trocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação por bases em solos brasileiros adubados com compostos de lixo urbano. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 4, p. 813-824, 2001.

ALENCAR, E.L.L. ; **Química e mineralogia de três pedons originários de calcário da Chapada do Apodi - CE**. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2002. 61p. (Tese de Mestrado).

ALLEONI, L.R.F. ; CAMARGO, O.A. Óxidos de ferro e de alumínio e mineralogia da fração argila desferrificada de Latossolos ácricos, **Scientia Agrícola**, 52:416-421, 1995.

ALLISON, F.E. The fate of nitrogen applied to soils. *Adv. Agron.*, 18:219-258, 1966.

ALMEIDA FFM de, HASUI Y, BRITO NEVES BB ; FUCK RA. 1977. **Províncias Estruturais Brasileiras**. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 8: 1977, Campina Grande. Atas... Campina Grande: SBG, 1977.p. 363–391.

ALMEIDA, M. C. **Caracterização de uma topossequência sob cultivo de bananeira e videira na transição Mata-Agreste de Pernambuco**. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. 126p. (Dissertação de Mestrado).

ALVAREZ ., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B. ; LOPES, A.S. **Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G ; ALVAREZ V., V.H., eds. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: a aproximação*. Viçosa, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. Índice S como indicador da qualidade física de solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, V.13, n.4, p.382-388, 2009.

ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, G.M.; RAMOS, D.P. 1999. Matéria orgânica e pedogênese. In: Santos, G.A.; Camargo, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Subtropicais.** Genesis, Porto Alegre. p.91-115.

ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G.; PÉREZ, D.V.; RAMOS, D.P. Caracterização e classificação de Plintossolos no município de Pinheiro-MA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:1035-1044, 2007.

ARAÚJO FILHO, J.C.; BURGOS, N.; LOPES, O.F.; SILVA, F.H.B.B.; MEDEIROS, L.A.R.; MELO FILHO, H.F.R.; PARAHYBA, R.B.V.; CAVALCANTI, A.C.; OLIVEIRA NETO, M.B.; RODRIGUES E SILVA, F.B.; LEITE, A.P.; SANTOS, J.C.P.; SOUSA NETO, N.C.; SILVA, A.B.; LUZ, L.R.Q.P.; LIMA, P.C.; REIS, R.M.G. & BARROS, A.H.C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco.** Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2000. 378p. (Embrapa Solos, Boletim de Pesquisa, 11).

ARAÚJO, Q.K.; FIGUEIREDO, M.S.; COSTA, L.M.; LOURES, E.G.; REGAZZI, A.J.; FONTES, L.E.F.; CASALI, V.W.D. Ação da queima e da percolação sobre propriedades químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo variação una. **Revista Ceres**, 41:537-558, 1994.

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.

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 Agrônômica**, v.38, n.1, p.32-40, 2007.

BAILEY S.W. (1980) Summary of recommendations of AIPEA nomenclature committee on clay minerals. *Am. Miner.* 65, 1-7.

BARROS, M.A.B.; LOPES, G.M.B.; WANDERLEY, M. de B.; Cadeia Produtiva da Banana: consumo, comercialização e produção no Estado de Pernambuco, **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 39, nº 1, p. 84-104, 2008.

BARROS, Y. J.; MELO, V. de F.; ZANELLO, S.; ROMANÓ, E.N.de L.; LUCIANO, P.R.; Teores de metais pesados e caracterização mineralógica de solos do cemitério municipal de Santa Cândida, Curitiba (PR); **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 1763-1773, 2008.

BARROSO, A. de A. F; VIANA, T.de A.; MARINHO, A.B.; COSTA, S.; AZEVEDO, B.de; Teores de macronutrientes em folhas de bananeira cv. Pacovan apodi, sob lâminas de irrigação e doses de potássio, **Engenharia. Agrícola.**, Jaboticabal, v.31, n.3, p.529-538, 2011.

BAYER, C.; MIELNICZUK J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.105-112, 1997.

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.

BIGARELLA, J.J. **Estrutura e Origem da Paisagens Tropicais e Subtropicais.** Ed. UFSC. p. 110 – 125. 1994.

BIONDI, C. M., NASCIMENTO, C. W. A. do, FABRICIO NETA, A. de B.; RIBEIRO, M.R.; Teores de Fe, Mn, Zn, Cu, Ni e Co em solos de referência de Pernambuco; **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35, p 1057-1066, 2011.

BLUME, H.P.; BRUMMER, G. Prediction of heavy metal behaviour in soil by means of simple field tests. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 22:164-174, 1991.

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, A. L., OLIVEIRA, A. M. G. **Nutrição, calagem e adubação**. In: CORDEIRO, Z. (Org.). **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 47-59. (Frutas do Brasil, 1).

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S., **O cultivo da bananeira**, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 279 p. 2004.

BORGES, A.L.; CALDAS, R.C. Teores de nutrientes nas folhas de bananeira, cv. pacovan, sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.5, p.1099-1106, 2004.

BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L. da S. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E.J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa-SPI; Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 1997a. p.197-260.

BORGES, A.L.; RAIJ, B. van; MAGALHÃES, A.F.J.; BERNARDI, A.C.C. **Nutrição e adubação da bananeira irrigada**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8p. (Circular técnica, 48).

BORGES, A.L.; RAIJ, B. van; MAGALHÃES, A.F.J.; BERNARDI, A.C.C.; **Nutrição e adubação da bananeira irrigada**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8p. (Circular técnica, 48).

BORGES, A.L.; SILVA, S.de O. e; CALDAS, R.C.; LEDO, C.A.da S.; Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira; **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 314-318,2006a.

BORGES, A.L.; SOUZA, L. da S.; ALVES, E.J. Exigências edafoclimáticas In: CORDEIRO, Z.J.M. **Banana. Produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, 2000. p.17-23.

BORGES, A.L.; SOUZA, L. da S.; CORDEIRO, Z.J.M; **Cultivo orgânico da bananeira**. . Cruz das Almas/BA: Embrapa – Cnpmf, 2006. 10p. (Circular Técnica n. 81).

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, E. N.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M.; NEVES, J. C. L. Respostas de mudas de eucalipto à camadas compactadas de solo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 10, n. 4, p. 181-195, 1986.

BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J. ; SILVA, D.N. Calibração de potássio trocável para soja em Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 17:223-226, 1993.

BORTOLUZZI, E.C.; RHEINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, J.; GATIBONI, L.C.; TESSIER, D.; Alterações na mineralogia de um Argissolo do Rio Grande do Sul submetido à fertilização potássica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:327-335, 2005.

BRASIL, **Ministério das Minas Energia. Projeto RADAMBRASIL**. Folha NA. 20. Boa Vista e parte das Folhas NA. 21. Tumucumaque, NB. 20 Roraima e NB. 21. Rio de Janeiro, 1975. 428p.

BRIGHENTI, I.; ALMEIDA, J.A.de; HOFER, A.; Mineralogia e gênese de Argissolo das Serras do Tabuleiro/Itajaí, estado de Snata Catarina, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36:1057-1071, 2012.

BRITO NEVES B.B., VAN SCHMUS W.R., HACKSPACHER P.C., SANTOS E.J., **Geocronologia da Borborema, 1995: os fatos e as questões abertas**. In: SBG/NE, Simp. Geol. NE, 16. Recife, Boletim, 14:410-413, 1995.

CAIRES, S.M. **Determinação dos teores naturais de metais pesados em solos do Estado de Minas Gerais como subsídio ao estabelecimento de Valores de Referência de Qualidade**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2009. 304p. (Tese de Doutorado).

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.

CAMARGO, O.A de; VALADARES, J.M.A. da S.; DECHEN, A.R. Efeitos do pH e da incubação na extração do manganês, zinco, cobre e ferro do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 6(2):83-88, 1982.

CAMPOS, D. O.; MUGGLER, C. C.; FERNANDES FILHO, E. I.; MOREAU, M. S.; Unidades ambientais da bacia hidrográfica do Rio Santana, Sul da Bahia, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 2805-2812, 2008, Número Especial.

CAMPOS, M.L.; PIERANGELI, M.A.P.; GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J.J.; CURI, N. Baseline concentration of heavy metals in Brazilian Latosols. *Comm. Soil Science. Plant. Anal.*, 34:547-557, 2003.

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

CASTILHOS, R.M.V. ; MEURER, E.J. Cinética de liberação de potássio em Planossolo do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, 31:1-10, 2001.

CAVALCANTI, F.J.A.; SANTOS, J.C.P.; PEREIRA, J.R.; LEITE, J.P.; SILVA, M.C.L.; FREIRE, F.J.; SILVA, D.J.; SOUZA, A.R.; MESSIAS, A.S.; FARIAS, C.M.B.; BURGOS, N.; LIMA JÚNIOR, M.A.; GOMES, R.V.; CAVALCANTI, A.C.; LIMA, J.F.W.F. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3ª edição revisada**. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco - IPA, 2008. 212p.

CERRI, C.C.; MORAES, J.F.L. ; VOLKOFF, B., Dinâmica do carbono orgânico em solos vinculados às pastagens da Amazônia brasileira. **Invest. Agr.**, 1: 95-102, 1992.

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.

CHAGAS, C. da S., FERNANDES FILHO, E. I., VIEIRA, C. A. O., SCHAEFER, C. E. G. R., CARVALHO JUNIOR, W. de; Atributos topográficos e dados do Landsat7 no mapeamento digital de solos com uso de redes neurais, **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.45, n.5, p.497-507, maio 2010.

CHAVES, L. H. G; TITO, G. A.; BARROS, A.D. de GUERRA, H.O.C.;Lúcia Helena; CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLO DO PERÍMETRO IRRIGADO DE SUMÉ, PB **Revista Caatinga**, vol. 20, núm. 4, p. 110-115, 2007.

CHAVES, L. H. G.; TITO, G. A.; CHAVES, I. B.; LUNA, J. G.; SILVA, P. C. M.; Propriedades químicas do solo aluvial da Ilha de Assunção - Cabrobó (Pernambuco). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**; vol.28, n.3, pp. 431-437; 2004.

CHILDS, C.W.; PARFITT, R.L. & LEE, R. Movement of aluminum as an inorganic complex in some podzolized soils, New Zealand. **Geoderma**, 29:139-155, 1983.

CHRISTENSON, D.R. & DOLL, E.C. Release of magnesium from soil clay and silt fractions during cropping. **Soil Sci.**, 116:56-63, 1973.

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**, 27:495-507, 2003.

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.; OTERO, X.L.; MARTINS, V.M.; VÁZQUEZ, F.M.; Fracionamento do alumínio por técnicas de dissoluções seletivas em espodosolos da planície costeira do estado de São Paulo; **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:1081-1092, 2010.

CONDEPE/FIDEM. **Plano de Desenvolvimento Sustentável da Mesorregião da Mata Pernambucana**. Recife, dez.1998.

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

CORNELL, R.M., SCHWERTMANN, U. **The iron oxides; structure, properties, reactions, occurrence and uses**. Weinheim, VCH, 1996. 573p.

CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; CURI, N.; TORRES, T. C. P. A cultura da bananeira e a fertilidade do solo com ênfase nos macronutrientes (Ca, Mg e K) e os micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn e Ni); **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:297-313, 2008.

COSTA, M. S. S. de M., PIVETTA, L. A., COSTA, L. A. de M., PIVETTA, L. G., CASTOLDI, G.; STEINER, F.; Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações; **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.15, n.8, p.810–815, 2011.

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.

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

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

DELATE, K.M.; DUFFY, M.; CHASE, C.; HOLSTE, A.; FRIEDRICH, H.; WANTATE, N. An economic comparison of organic and conventional grain crops in a long-term agroecological (research LTAR) site in Iowa. **American Journal of Alternative Agriculture**, v.18, p.59-69, 2003.

DIÁZ, A.; CAYÓN, G.; MIRA, J. J. Metabolismo del calcio y su relación con la “mancha de madurez” del fruto de banano. Una Revisión, **Agronomía Colombiana**, v. 25, n. 2, p. 280-287, 2007.

DINIZ, I. R.; H. C. MORAIS; A. M. F. BOTELHO; F. VENTUROLI ; B. C. CABRAL. Lepidopteran caterpillar fauna on lactiferous host plants in the central Brazilian cerrado. **Revista Brasileira de Biologia** 59, p 627–635, 1999.

DOLMAN, J.D.; BUOL, S.W. **A study of organic soils (Histosols)**: In the tidewater region of North Carolina. North Carolina Agricultural experiment station, Tech.Bul., n.181, 1967.47p.

ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G. ; JASTER, F. Efeitos de sistema de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 13:259-267, 1989.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Mandioca e Fruticultura. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Interação entre nutrientes em bananeira**. Cruz das Almas, 2004. (Banana em Foco, 55).

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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Avaliação da fertilidade dos solos do Distrito Federal. Rio de Janeiro, 1980. 11p. (Boletim Técnico 74).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

ERNANI, P.R.; GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e cama de aviário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p.191-165, 1983.

ESPINOSA, J. **Nutrição e adubação da cultura da banana na América Central**. In: GODOY, L. J. G. (Ed.). Anais do workshop sobre nutrição e adubação na cultura da banana. Pariqueira-Açu: UNESP/POTAFOS, 2006. p. 6-57.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 182p.

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

FERNANDES, L.A.; RAMOS, S.J.; VALADARES, S.V.; LOPES, P.S.N; FAQUIN, V.; Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade de bananeira irrigada por dez anos, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n.11, p. 1575-1581, 2008.

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 e agrotecnologia**, v.26, n.2, p.342-353; 2002.

FONTES, M.P.F.; CAMARGO, O.A.de; SPOSITO, G.; Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados; **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.627-646, . 2001.

FONTES, M.P.F.; GJORUP, G.B.; ALVARENGA, R.C.; NASCIF, P.G.S. Calcium salts and mechanical stress effects on waterdispersible clay of Oxisols. **Soil Science Society of America Journal**, v.59, p.224-227, 1995.

FRAGA, T. I; GENRO JUNIOR, S. A.; INDA, A. V.; ANGHINON; I.; Suprimento de potássio e mineralogia de solos de várzea sob cultivos sucessivos de arroz irrigado, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.33 no.3, p. 497-506, 2009.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. do; RESENDE, A. V. de; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p.

FYFE, W.S.; LEONARDOS, O.H.; THEODORO, S.H.; Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution, **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 78 (4): 715-720, 2006.

GENRO JUNIOR, S.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; ALBUQUERQUE, J.A.; Atributos físicos de um Latossolo Vermelho e produtividade de culturas cultivadas em sucessão e rotação. **Ciência Rural**, v.3, p. 65-73, 2009.

GODOY, L.J.G. de; GOÇALO, S.G.; MENDONÇA, J.C. de; BERNARDO, A.; Seasonal variation of nutrients leaves concentration of banana plants in Vale do Ribeira-SP; **Ciências Agrárias**, v. 33, n. 4, p. 1367-1380, 2012.

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

GROHMANN, F.; Superfície Específica do Solo de Unidades de Mapeamento do Estado de São Paulo. II - Influência da Matéria Orgânica, dos Óxidos de Ferro Livres e dos Cátions Trocáveis, na Superfície Específica Total do Solo. **Bragantia**, vol. 31 n. 14, 1972.

GROHMANN. **A superfície específica e sua correlação com propriedades físicas e físico-químicas do solo**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP. 1970. 52 p. Tese (Doutoramento – mimeografada).

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.

GUARIZ, H. R. et al. **Variação da umidade e da densidade do solo sob diferentes coberturas vegetais**. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril de 2009, INPE, p. 7709-7716.

GUERRA, A.G.; ZANINI, J.R.; NATALE, W.; PAVANI, L.C. Frequência da fertirrigação da bananeira prata-anã com nitrogênio e potássio aplicados por microaspersão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.80-88, jan./abr. 2004.

HAILE-MARIAM, S.; MOKMA, D.L.; Mineralogy of two sandy Spodosol hydrosequences in Michigan. **Soil Survey Horizons**, 36:117-162, 1995.

HARGROVE, W.L.; THOMAS, G.W. Extraction of aluminum from aluminum-organic matter in relation to titratable acidity. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.48, p.1458- 1460, 1984.

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

HOFFMANN, R. B., OLIVEIRA, F. H. T. de, GHEYI, H. R., SOUZA, A. P. de, ARRUDA, J. A. de, Acúmulo De Matéria Seca, Absorção E Exportação De Micronutrientes Em Variedades De Bananeira Sob Irrigação; **Ciência.e agrotecnologia.**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 536-544, maio/jun., 2010.

HUANG, P.M. **Feldspars, olivines, pyroxenes, and amphiboles**. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B., eds. Minerals in soil environments. 2. ed. Madison, Soil Science Society of America, 1989. p. 975-1051.

IBGE.**Produção agrícola municipal.** Disponível em:
<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>>
Acesso em: 13 dez 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE **Cidades. Pernambuco, São Vicente Ferrer** Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em 17 de abr. de 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE Estados, Pernambuco, Lavora Permanente 2007, Banana. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/estados/temas.php?sigla=pe&tema=lavourapermanente2007>>.Acesso em 17 de abr. de 2009.

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

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).

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; BURGOS, N.; PESSOA, S.C.P. & SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado de Pernambuco: Descrição de perfis de solos e análises**. Recife, Ministério da Agricultura/ Sudene, 1972a. 354p. v.2. (Boletim Técnico, 26; Série Pedologia, 14)

JENNY, H. **Factors of soil formation**: New York: McGraw-Hill, 281 p.1941.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soil and plants**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. 331p.

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

KAMINSKI, J.; BRUNETTO, G.; MOTERLE, D. F.; RHEINHEIMER, D. dos S.; Depleção de formas de potássio do solo afetada por cultivos sucessivos; **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:1003-1010, 2007.

KAMPF, N.; CURTI, N.; MARQUES, J.J.; **Intemperismo e Ocorrência de Minerais no Ambiente Solo**: In Melo, V. de F.; Alleoni, L. R.F.; Química e Mineralogia do Solo Parte I. Conceitos Básicos, 1 a Ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa- Minas Gerais 2009. P. 333-379.

KÄMPF, N.; DICK, D. Óxidos de ferro em Cambissolos Brunos no Rio Grande do Sul e Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 8:183-188, 1984.

KÄMPF, N.; SCHEINOST, A. C.; SCHULZE, D. G. **Oxide minerals**. In: SUMNER, M. E. (Ed.). Handbook of soil science. University of Georgia, Athens, GA, USA: CRC Press, 2000. p. 125-168.

KAY, B.D.; ANGERS, D.A. **Soil structure**. In: SUMNER, M.E., ed. Handbook of soil science. Washington, CRC Press, 1999. p. 229-276.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. **Size distribution of aggregates**. In: BLACK, C.A. et al. (eds.) Methods of soil analysis. Part 1, Physical and mineralogical methods. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KITTRICK, J. A. **Mineral equilibria and the soil system**. In: DIXON, J. B. (Ed.). Minerals in soil environments. 2ª ed. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America. 1977. 1244p.

KLEIN, C.; HURLBUT Jr., C.S., **Manual of mineralogy**. 21.ed. New York, John Wiley & Sons, 1999. 681p.

KLEIN, R.M.; MANOS, G.E., Use of metal chelates for plant tissue cultures. Annals of the New York **Academy of Sciences**, V. 88. P.416-425, 1960.

KORNDÖRFER, G.H. & NOLLA, A. **Efeito do silício no crescimento e desenvolvimento de plantas**. In: SIMPÓSIO SOBRE SÍLCIO NA AGRICULTURA, 2., Lavras, 2003. Anais. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2003. CDROM.

KRAUSKOPF, 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.

LAHAV, E.; TURNER, D. **Banana nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1983. 62 p. (IPI-Bulletin, 7).

LANILLO, F.L.; RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES; M. DE F.; FERREIRA;R.R.M.;Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais; **Ciências Agrárias**, v. 27, n. 2, p. 205-220, 2006.

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

LEMES, M. J. de L.; FIGUEREDO FILHO, P. M.; PIRES, M. A. F.; Influência da mineralogia dos sedimentos das bacias hidrográficas dos rios mogiguaçu e pardo na composição química das águas de abastecimento público; **Química. Nova**, Vol. 26, No. 1, 13-20, 2003.

LEONEL, S., DEMATTO JUNIOR, E. R., **CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE CULTIVO DA BANANEIRA MAÇÃ NA REGIÃO DE RIBEIRÃO DO SUL/SP**, **Ciência. Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 958-965, 2007.

LEPSCH, I.F. (2012). **19 Lições de Pedologia**. Ed. Oficina de textos. São Paulo. 456p.

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.

LIMA, J. G. da C.; SCHULZE, S. M. B. B.; RIBEIRO, M. R., BARRETO, S. de B., Mineralogia de um Argissolo Vermelho-Amarelo da zona úmida costeira do Estado de Pernambuco. **Revista. Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2, p. 881-892, 2008.

LINDSAY, W.L. **Chemical equilibria in soils**. New York, John Wiley & Sons, 1979. 449p.

LOPES, A.S.; GUIDOLIN, J.A. **Interpretação de análise do solo: conceitos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: ANDA, 1989, 64p.

LUCHESE, E.B.; BOHNEN, H;. Levantamento dos teores de cobre no Rio Grande do Sul. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.30, p.607-613, 1987.

MACHADO, A. de M. M.; FAVARETTO, N. Atributos físicos do solo relacionados ao manejo e conservação dos solos. In: LIMA, M. R. et al. **Diagnóstico e recomendações de**

manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos. Curitiba: UFPR/ Setor de Ciências Agrárias, 2006. p. 234-254.

MADHAVI, B. L., SURYANARAYANA REDDY, M. AND UMA REDDY, B., 1995, Effect of poultry manure on the available micronutrient status in soil and yield of maize. Nation. Symp. on Agriculture Related Environment 16-18, January 1995, **Indian Society of Soil Science.**, IARI, New Delhi, p. 157.

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

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

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo.** Piracicaba: Agronômica Ceres, 1976. 528p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MALBURG, J. L.; CARVALHO, J. G.; VALE, F. R.; GUEDES, G. A. A.; ANJOS, J. T. Amostragem foliar para a diagnose nutricional de zinco na bananeira Enxerto (Prata-anã) em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 21-26, 1992.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London, Academic Press Inc., 1986. 674p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of highr plants.** 2. Ed. New York, Academic Press, 1995. 889p.

MARTIN, H.W.; SPARKS, D.L. Kinetics of nonexchangeable potassium release from two Coastal Plain soils. **Soil Science Society of America Journal**, 47:883-888, 1983.

MARTIN-PRÉVEL, P. Exigências nutricionais da bananicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1, 1984, Jaboticabal. **Anais..Jaboticabal. UNESP/FCAV**, 1985, p. 118-134.

MARTIN-PRÉVEL, P.; MONTAGUT, G. Les interations dans la nutrition minerale bananier. **Fruits**, Paris, v.21, n.1, p.19-36, 1966.

MATOS, E. da S.; MENDONCA, E. de S.; LEITE, L. F. C.; GALVAO, J. C. C;. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**; vol.43, n.9, p. 1221-1230, 2008.

McKEAGUE, J.A. **Manual on soil sampling and methods of analysis**. 2th ed. Canadian Society of Soil Science, 212p. 1978.

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

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

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 ataques sulfúrico e triácido e extração pelo DCB**. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, E CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., Rio de Janeiro, 1988. **Anais**. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1988. p.211-232.

MELO, V. de F. **Potássio e magnésio em minerais de solos e relação entre propriedades da caulinita com formas não trocáveis destes nutrientes**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1998. 205p. (Tese de Doutorado).

MELO, V. de F.; CORREA, G. F.; RIBEIRO, A. N., MASCHIO, P. A.; Cinética de liberação de potássio e magnésio pelos minerais da fração argila de solos do Triângulo Mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** vol.29, n.4, pp. 533-545, 2005.

MELO, V. de F.; CORRÊA, G.F.; MASCHIO, P.A.; RIBEIRO, A.N. ; LIMA, V.C.; Importância das espécies minerais no potássio total da fração argila de solos do Triângulo Mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:807-819, 2003.

MELO, V. de F.; NOVAIS, R.F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; FONTES, M.P.F. ; SINGH, B.; Mineralogia das frações areia, silte e argila de sedimentos do Grupo Barreiras no município de Aracruz, estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:22- 35, 2002a.

MELO, V. de F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; NOVAIS, R.F.; SINGH, B.; FONTES, M.P.F. Potassium and magnesium in clay minerals of some Brazilian soil as indicated by a sequential extraction procedure. *Comm. Soil Science. Plant Anal*, 33:2203- 2225, 2002b.

MELO, V. de F.; SCHAEFER, C.R.G.R.; FONTES, L.E.F.; CHAGAS, A.C.; LEMOS JUNIOR, J.B.; ANDRADE, R.P.de; Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30:1039-1050, 2006

MENDES, C.F.; MAHLER, C.F.; ANDRADE, A.G.de; Erosão Superficial em Argissolo Amarelo sob Cultivo Perene e com Pousio Florestal em Área de Relevo Montanhoso; **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35:1387-1396, 2011 .

MENDONÇA, E.S; Oxidação da matéria orgânica e sua relação com diferentes formas de alumínio de Latossolos.**Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.25-30, 1995.

MENDONÇA, I. F. C.; LOMBARDI NETO, F.; VIÉGAS, R. A.; Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una, Sapé, PB; **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.10, n.4, p.888-895, 2006.

MENEZES, A.A., COSTA, L.M.da, MOREAU, A.M.S.dos S., MOREAU, M.S.; Interrelações entre a profundidade do solo e o substrato geológico na região centro-leste de Minas Gerais, **Revista. Ceres**, Viçosa, v. 58, n.6, p. 794-801, 2011.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Potassium**. In: PRINCIPLES of Plant Nutrition. Bern: International Potash Institute, 687. p. 1987.

MIELNICZUK, J. Formas de potássio em solos do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.1, n.2-3, p.55-61,1977.

MONIZ, A.C. **Mineralogia do solo**. In: MONIZ, A.C. (Org.). Elementos de Pedologia. São Paulo: Universidade de São Paulo, p.391-407. 1972.

MONIZ, A.C.; GRANDE, M.A.; OLIVEIRA, V. Solos do trecho Cabo Frio-Xerém, Rio de Janeiro: influência de regimes pluviais e de material de origem na pedogênese. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.14, p.205-214, 1990.

MONTEIRO, K.F.G.; KERN, D. C.; RODRIGUES, T. E.; RUIVO, M. de L. P., FARIAS, P. R. S.; Caracterização dos Argissolos amarelos com adição de resíduos de madeira: uma alternativa de uso como cobertura em solos da Amazônia paraense, Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 1, p. 139-148, 2006.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Yield, uptake, and retranslocation of nutrients in banana plants cultivated in upland soil of Central Amazonian. **Journal of Plant Nutrition**. v. 32, n. 3, p. 443-457, 2009.

MOREIRA, J. N.; MORAIS, E. R. C. de; MAIA, C.E.; FERNANDES, J. G.; Caracterização química e física dos solos do assentamento de reforma agrária MAISA em Mossoró, RN; **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, vol.7, n. 2, p.49-55, 2007.

MORTLAND, M. M. Specific surface and its relationship to some physical and chemical properties of soils. **Soil Science**. 78:343-347, 1954.

MOSADDEGHI, M. R.; MAHBOUBI, A. A.; SAFADOUST, A. Shortterm effects of tillage and manure on some soil physical properties and maize root growth in a sandy loam soil in western Iran. **Soil & Tillage Research**, v.104, p.173-179, 2009.

MOTA, J. C. A., ASSIS JUNIOR, R. N. de , AMARO FILHO, J., LIBARDI, P. L.; Algumas Propriedades Físicas e Hídricas de Três Solos na Chapada do Apodi, RN, Cultivados com Melão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 49-58, 2008.

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 do Solo**, v.31 n.3, 2007.

MOTTA, P. E. F., KÄMPF, N. Iron oxide properties as support to soil morphological features for prediction of moisture regimes in Oxisols of Central Brazil. **Z. Pflanzenernähr Bodenk.**, 155:385-390, 1992.

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

NACIF, P.G.S. **Ambientes naturais da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, com ênfase nos domínios pedológicos**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 118p. (Tese de Doutorado).

NEVES, C. S. V. J.; FELLER, C.; KOUAKOUA, E., Efeito do manejo do solo e da matéria orgânica solúvel em água quente na estabilidade de agregados de um latossolo argiloso. **Ciência Rural**, vol.36, n.5, p. 1410-1415, 2006.

NUNES, W.A.G. de A.; KER, J.C.; NEVES, J.C.L.; RUIZ, H.A.; BEIRIGO, R.M.; BONCOMPANI, A.L.P. Características químicas de solos da região de Janaúba, MG, irrigados com água de poços tubulares e do Rio Gorutuba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.227-236, 2008..

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, 2003a.

OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R., FERRAZ, F.B.; JACOMINE, P. K. T.; Classificação de solos planossólicos do Sertão do Araripe (PE); **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:685-693, 2003b.

PAI, C. W.; WANG, M. K.; CHIU, C. Y.; Clay mineralogical characterization of a toposequence of perhumid subalpine forest soils in northeastern Taiwan; **Geoderma**, 138 177–184, 2007.

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

PATON, T.R. **The Formation of Soil Material**. (Second Impression). George Allen & Unwin, London. 1983.

PÉDRO, G. **Les conditions de formation des constituants secondaires**. In: BONNEAU, M. & SOUCHIER, B., eds. *Pédologie: Constituants et propriétés du sol*. Paris, Masson, 1979. p.58-71.

PEREIRA, R.M.; ÁVILA, C.A.; LIMA, P.R.A. dos S.; **Minerais em Grãos Tènicas de coleta, Preparação e Identificação SP.**, Oficina de Textos, 2005. P. 128.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G.; PEREIRA, M.G; FONTANA, A. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um Argissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26: 713-720p. 2002.

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

PHILLIPS, J.D. Development of texture contrast soils by combination of bioturbation and translocation. **Catena**, 70:92-104, 2007.

PIMENTEL, D.; HEPPELY. P.; HANSON J.; DOUDS D.; SEIDEL R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. **Bioscience**, v.55, p.573-582, 2005.

PIMENTEL, D.; HEPPELY. P.; HANSON J.; DOUDS D.; SEIDEL R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. **Bioscience**, v.55, p.573-582, 2005.

PINTO, J.M.; **Fertirrigação da bananeira**. Petrolina, Embrapa Semi-Árido, 2008. 8 p. (Embrapa Semi-Árido. Circular Técnica, 84).

PINTO, O.C.B. **Formation of a kaolinite from a biotite feldspar gneiss in four strongly weathered soil profiles from Minas Gerais, Brazil**. Purdue University: West Lafayette, p.133, 1971.

POWERS, M.C. **Comparison chart for visual estimation of roundness**. J. Sedim. Petrol., 23:117-119, 1953.

PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba, SAEAFS, 1996, 446 p.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 111p.

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.

RAI, D., KITTRICH, J.A. **Mineral equilibria and the soil system**. In: DIXON, J.B., WEED, S.B. Mineral in soil environments. 2. ed. Madison: SSSA, 1989. Cap. 4. p.161-198.

RAIJ, B. VAN. **A capacidade de troca de cations das frações orgânica e mineral em solos.** Campinas, 1967. 67fls. (Tese de doutoramento apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da USP).

RAIJ, B. van. **Disponibilidade de potássio em solos do Brasil.** In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1982, Londrina. *Anais...* Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1982. p.67-76.

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).

RAIJ, B. van; **Fertilidade do Solo e adubação.** Piracicaba: Agronômica Ceres / POTAFOS, 1991. 343p.

RAIJ, B.V.; **A Capacidade de troca de cátions das frações orgânicas e mineral em solos.** Campinas, 1967. Tese de doutorado apresentada a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" USP.

RAIJ, B.van. **Avaliação da fertilidade do solo.** Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.

RANGEL, A. Banana. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e de Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Manual técnico das culturas.** 2.ed. rev. atual. Campinas: Cati, 1997. p.100-110.

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

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência do Ambiente**, 27:29-48, 2003.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; HORN, R.; KANSSON, I.H.; Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in

subtropical highly weathered soils. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 102, p. 242-254, 2009.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 18p.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P.; **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Brasília: MEC/Esal/Potafos, 1988. 81 p.

RICKERL, D.H.; CURL, E.A.; TOUCHTON, J.T. Tillage and rotation effects on Collembola populations and *Rhizoctonia* infestation. **Soil & Tillage Research**, v.15, p.41-49, 1989.

RODRIGUES, M. G. V.; RUGGIERO, C.; NATALE, W.; PACHECO, D. D. Nutrição e produção da bananeira ‘Prata-anã’ adubada com zinco e boro diretamente no rizoma, via muda desbastada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 645-651, 2007.

SÁ, M. A. C.; JUNIOR, J. D. G. S. **Compactação do solo: consequências para o crescimento vegetal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 26p.

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.

SANDERS, J.R. The effects of pH on the total and free ionic concentrations of manganese, zinc and cobalt in soil solutions. **Journal. Of Soil Science**, 34:315-323, 1983.

SANTANA, S.O.de, SANTOS,R.D.dos, GOMES, I. A.,JESUS, R.M.de, ARAUJO, Q.R.de, MENDONÇA, J.R., CALDERANO, S.B., FARIA FILHO, A.F., **Solos da região Sudeste da Bahia: atualização da legenda de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos**– Ilhéus: CEPLAC; Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2002. Cd rom. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 16).

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5. ed. Viçosa: SBCS, 2005. 92 p.

SANTOS, T.E. M. dos; MONTENEGRO, A.A.A.; PEDROSA, E.M.R. Características hidráulicas e perdas de solo e água sob cultivo do feijoeiro no semi-árido; **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.217–225, 2009.

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R.M. Iron oxides. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B., eds. Minerals in soil environments. Madison, **Soil Science Society of America**, 1989. p.379-438.

SECCO, D.; REINERT, D.; REICHERT, J.M.; DA ROS, C.O.; Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistema de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28, 797 – 904, 2004.

SILVA, C.; VALE, F.R.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.; SIQUEIRA, J.O. **Crescimento inicial do feijoeiro: efeito da acidez do solo e da adição de fertilizantes nitrogenados**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Goiânia, 1993. Anais. Goiânia, p.33-34, 1993.

SILVA, C.A.; ANDERSON, S.J. ; GUILHERME, L.R.G. Uso da cromatografia de exclusão por tamanho na caracterização de substâncias húmicas de Latossolo Vermelho-Escuro sob efeito de calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:495-503, 2000.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S.S.; PAIVA, K. W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho Amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p.409-419, 2005b.

SILVA, E. B.; RODRIGUES, M. G. V.; SANTOS, J. O. **Estado nutricional de um bananal irrigado com água subterrânea**. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. Anais. Nova Porteirinha: EPAMIG, 2001a. p. 203-217.

SILVA, F.B.R.; SANTOS, J.C.P.; SILVA, A.B.; CAVALCANTI, A.C.V.; SILVA, F.H.B.B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R.B.V.; OLIVEIRA NETO, M.B.; SOUZA NETO, N.C.; ARAÚJO FILHO, J.C.; LOPES, O.F.; LUZ, L.R.Q.P.; LEITE, A.P.; SOUZA, L.G. M.C.; SILVA, C.P.; VAREJÃO SILVA, M.A. & BARROS, A.H.C. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco** - ZAPE. Recife, Embrapa Solos/Governo do Estado de

Pernambuco - Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2001b. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 35).

SILVA, I.F. da; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilidade de agregação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.1, p.113-17, 1997.

SILVA, J. T. A.; BORGES A. L., MALBURG, J. L. SOLOS, ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DA BANANEIRA. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 21-36, 1999.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; DIAS, M. S. C.; COSTA, E. L. da; PRUDÊNCIO, J. M. **Diagnóstico nutricional da bananeira 'Prata-Anã' para o Norte de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 16p. (Boletim Técnico, 70).

SILVA, J. T. A.; CARVALHO, J. G. . Avaliação nutricional de bananeira Prata-Anã (AAB), sob irrigação no semi-árido do norte de Minas Gerais, pelo método Dris. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 29, n. 4, p. 731-739, 2005a.

SILVA, J.T.A. da; BORGES, A.L.; MALBURG, J.L. **Solos, adubação e nutrição da bananeira**. Informe Agropecuário, v.20, p.21-36, 1999.

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 agrotecnología**, v. 29, n. 4, p. 719-730, 2005b.

SILVA, V. da; MOTTA, A. C. V.; MELO, V. de F., LIMA, V. C.. Variáveis de acidez em função da mineralogia da fração argila do solo. **Reista Brasileira de Ciêncência do Solo**, vol.32, n.2, pp. 551-559, 2008.

SILVA. R.C.; PEREIRA, J.M.; ARAUJO, Q.R.; PIRES, A. J. V.; DEL REI, A.J.; Alterações nas propriedades químicas e físicas de um Chernossolo com diferentes coberturas vegetais **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 31, n. 1, p. 101-107. 2007.

SKJEMSTAD, J.O.; FITZPATRICK, R.W.; ZARCINAS, B.A.; THOMPSON, C.H. Genesis of podzols on coastal dunes in Southern Queensland. II. Geochemistry and forms of elements

as deduced from various soil extraction procedures. **Australian Journal of Soil Research**, v.30, p.593-613, 1992.

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

SONG, S.K & HUANG, P.M. Dynamics of potassium release from potassium-bearing minerals as influenced by oxalic and citric acids. **Soil Science Society of America Journal.**, 52:383-390, 1988.

SOUZA, L. S.; BORGES, A. L.; SILVA, J. T. A. da. **Características físicas e químicas de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, na região Norte de Minas Gerais**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 1999. 24 p. (Boletim de Pesquisa, 14).

SPARKS, D.L. **Potassium dynamics in soils**. New York, Springer Verlag, 1987. 63p. v.6.

STRECK, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; KAISER, D.R. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causado pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Marta, v. 34, n.3, p. 755-760, 2004.

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

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, p. 1039-1047, 2003.

TISDALE, S.L. & NELSON, W.L. **Soil fertility and fertilizers**. 5.ed. New York, Macmillan, 1993. 634p.

TOMÉ JÚNIOR, J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

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; **Rev. biociênc.**, Taubaté, v.9, n.1, p.15-22, 2003.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils.** (Technical Resource Document, EPA SW-846/3052). Disponível em: <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/3052.pdf>>. Acesso em 19 fev. 2007.

URRUTIA, M.; MACÍAS, F., GARCÍA-RODEJA, E. Evaluación del CuCl₂ y del LaCl₃ como extractantes de aluminio en suelos ácidos de Galicia. **Nova Acta de Ciência e Biologia**, 5:173-182, 1995.

VALE, F.R. do; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A. de A.; FURTINI NETO, A.E. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas.** Lavras: Ufla, 1997. 171p.

VAN SCHMUS W.R., BRITO NEVES B.B., HACKSPACHER P., BABINSKI M.; U/Pb and Sm/Nd geochronologic studies of the eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: initial conclusions. **Journal of South American Earth Sciences**, 8: 267-288, 1995.

VAN STRAATEN, P (2007). **Agrogeology - The use of Rocks for Crops.** Univ. of Guelph, Guelph, Ontario - Canada, 440 p.

VANCE, G.F.; STEVENSON, F.J.; SIKORA, F.J. **Environmental chemistry of aluminum-organic complexes.** In: SPOSITO, G. (Ed.). The environmental chemistry of aluminum. 2.ed. Flórida: Lewis Publishers, 1996. p.169-220.

VASCONCELOS, R.F.B.DE ;CANTALICE, J.R.B.; OLIVEIRA, V.S. DE; COSTA, Y. D. J. DA; CAVALCANTE, D. M.; Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de tabuleiro costeiro Sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:309-316, 2010.

VENDRAME, P. R. S.; BRITO, O. R.; QUANTIN, C.; BECQUER, T.; Disponibilidade de cobre, ferro, manganês e zinco em solos sob pastagens na Região do Cerrado, **Pesquisa agropecuária brasileira**, vol.42, n.6, pp. 859-864, 2007.

VIDYAVATHI, G. S. DASOG, H. B. BABALAD, N. S. HEBSUR, S. K. GALI, S. G. PATIL AND A. R. ALAGAWADI; Nutrient status of soil under different nutrient and crop management practices; **Karnataka J. Agric. Sci.**,25 (2) : (193-198) 2012.

VITORINO, A. C. T.; FERREIRA, M. M.; CURI, N.; LIMA, J. M. de; SILVA, M. L. N.; MOTTA, P. E. F. da; Mineralogia, química e estabilidade de agregados do tamanho de silte de solos da Região Sudeste do Brasil; **Pesquisa Agropecuária brasileira**, vol.38, n.1, pp. 133-141, 2003.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSELEM, C.A.; Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:2297-2305, 2008.

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.

WILKINSON, H.F. Movement of micronutrients to plants roots. In: MORTVERT, J.J.; GIORDANO, P.M. & LINDSAY, W.L., eds. **Micronutrients in agriculture**. Madison, **Soil Science Society of America**, 1972. p.139-169.

WOLLAST, R. Kinetics of alteration of K-feldspar in buffered solution at low temperature. **Geochim. Cosmochim. Acta**, n. 31, p. 635-649, 1967.

YOUNG, A. **Tropical soils and soil survey**. Cambridge: Cambridge University Press, 468p. 1976.

YOVANOVIC A.P., **Engenharia da Concentração de Massa por Flotação** – Volume 1: Fundamentos da Flotação, A.P. Yovanovic (editor), Belo Horizonte, Brasil, 292 p., 1973.

7. ANEXOS

DESCRIÇÃO DOS PERFIS E BOLETINS ANALÍTICOS

A – DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL – 1 (Macaparana)

DATA - 15/10/2010.

CLASSIFICAÇÃO – CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico, textura média/argilosa fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Engenho Recanto, município de Macaparana, Pernambuco, nas coordenadas UTM de 25M 0230587 mE e 9163468 mN.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Terço superior de encosta com 20% de declividade, sob cultura de bananeira.

ALTITUDE – 446 m.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA - Pré- Cambriano, gnaiss.

MATERIAL DE ORIGEM - Saprolito da rocha do embasamento, com influência de material coluvial no horizonte A.

PEDREGOSIDADE – Ausente.

ROCHOSIDADE – Ausente.

RELEVO LOCAL – Ondulado.

RELEVO REGIONAL - Ondulado, com declividades entre 12 e 25%

EROSÃO - Laminar moderada.

DRENAGEM – Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta subcaducifólia.

USO ATUAL – Cultura de bananeira

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Maria da Conceição de Almeida, José Fernando Wanderley F. Lima.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0–10 cm; preto (7,5YR 2,5/1, úmido) e cinzento muito escuro (7,5YR 3/1, seco); franco-argilosa; moderada, muito pequena a média, granular e blocos subangulares e angulares; firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

A2 10–26 cm; preto (10YR 2/1, úmido); franco-argilosa; moderada, muito pequena e pequena, blocos subangulares; firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

A3 26–46 cm; preto (10YR 2/1, úmido); franco-argilosa, moderada, muito pequena e pequena, blocos subangulares; firme, plástica e pegajosa; transição abrupta e ondulada (20-23).

Bt 46–70 cm; bruno-forte (7,5YR 4/6, úmido); argila; fraca, média e grande, blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; muito firme, muito plástica e pegajosa; transição clara e plana.

C 70–110 cm; franco-argilosa; maciça; muito firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Cr 110-123 cm+; saprolito da rocha do embasamento; textura franco-argilo-arenosa cascalhenta.

RAIZES – muitas em Ap, A2 e A3; comuns no Bt1; e raras no C.

OBSERVAÇÕES;

1. Muitos poros em Ap, A2 e A3; poucos no Bt; comuns no C.
2. Horizonte Cr coletado a trado (110- 123 cm+);
3. Perfil descrito úmido, principalmente no Bt, dificultando a determinação da estrutura;
4. Presença de fragmentos de rocha de bandas mais resistentes, principalmente nos horizontes Ap, A2 e A3;
5. Muitos minerais primários ao longo de todo o perfil, principalmente no Bt.

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS

PERFIL 1 – CHERNOSSOLO ARGILÚVICO Órtico típico, textura média /argilosa, fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado.

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. cm	Calhaus	Casc.	Terra fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				Solo	Part.		g.cm ⁻³
		%			g.kg ⁻¹										
Ap	0 – 10	2	2	96	266	220	288	292	164	44	0,99	1,46	2,56	43,09	
A2	10 – 26	2	3	95	296	250	292	311	150	42	0,94	1,44	2,57	43,99	
A3	26 – 46	1	6	93	269	236	260	315	186	51	0,86	1,50	2,53	40,57	
Bt	46 – 70	4	4	92	196	136	312	455	389	14	0,69	1,60	2,74	41,65	
C	70 – 110		4	96	235	200	375	276	80	71	1,36	1,52	2,72	43,47	
Cr	110 – 123+		14	86	408	176	182	261	71	73	0,70		2,86		
Hor.	pH(1:2,5)				Complexo Sortivo							Valor V	Sat. Por Al %	P assimilável mg.kg ⁻¹	
	Água		KCl		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	Valor S	Al ⁺³	H ⁺¹				Valor T
	Cmol. kg ⁻¹														
Ap	6,6	4,9		11,5	3,4	0,09	0,42	15	0,1	6,7	22	69	0,3		
A2	7,2	5,9		8,8	6,4	0,16	0,24	15	0,1	3,2	19	82	0,3		
A3	6,4	4,6		9,6	4,3	0,06	0,03	14	0,1	6,6	21	68	0,4		
Bt	6,6	4,4		9,0	6,5	0,06	0,06	16	0,1	2,9	19	84	0,6		
C	7,1	4,6		10,2	10,6	0,05	0,06	21	0,1	1,4	22,	93,5	0,2		
Cr	7,4	4,8		5,8	7,4	0,47	0,04	14	0,0	0,7	14,	95,2	0,00		

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	35,2	2,2	15,9	149	71	25		0,31		3,6	2,8	2,8		0,0	
A2	35,6	2,2	15,8											2,8	
A3	30,9	1,9	16,5											1,8	
Bt	7,3	0,7	10,8	241	148	25		0,10		2,7	1,4	6,0		3,0	
C	3,7	0,3	13,2											5,6	
Cr	2,0	0,2	12,7	252	119	22		0,23		3,5	2,7	5,4		4,3	
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.e. kg ₋₁								
Ap	1,7														
A2	1,3														
A3	0,4														
Bt	0,3														
C	0,3														
Cr	0,2														

A – DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL – 2 (São Vicente Ferrer)

DATA - 15/10/2010.

CLASSIFICAÇÃO – ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico, A moderado, textura argilosa, fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Fazenda Oito Porcos, município de São Vicente Férrer, Pernambuco, nas coordenadas UTM de 25M 0226946 mE e 9159610 mN.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Terço superior de encosta, com 45% de declividade, sob cultura de bananeira orgânica.

ALTITUDE – 452m.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA - Pré- Cambriano, gnaisse com muita mica.

MATERIAL DE ORIGEM - Saprolito da rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE – Ausente.

ROCHOSIDADE – Ausente.

RELEVO LOCAL – Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado e montanhoso, com declividades entre 25 a 45%

EROSÃO - Laminar moderada a severa.

DRENAGEM – Moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta subcaducifólia.

USO ATUAL – Cultura de bananeira orgânica.

DESCRITO E COLETADO POR – Mateus Rosas Ribeiro, Mateus Rosas Ribeiro Filho, Maria da Conceição de Almeida, José Fernando Wanderley F Lima.

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0–10 cm; bruno (7,5YR 4/3, úmido) e bruno (7,5YR 5/4, seco); argilo-arenosa; moderada, pequena e média, blocos subangulares; dura e muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição clara e plana.

AB 10–22 cm; bruno (7,5YR 4/4, úmido); franco-argilosa; fraca, pequena e média, blocos subangulares; firme e muito firme, muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

BA 22–40 cm; bruno (7,5YR 4/4, úmido); argila, moderada, pequena e média, blocos subangulares e angulares; cerosidade abundante e moderada; firme e muito firme, muito plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

Bt1 40–84 cm; bruno-forte (7,5YR 4/6, úmido); argila; fraca, pequena e média blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt2 84–112 cm; bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); argila; fraca, pequena e média blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; firme e muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt3 112–152 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); argila, maciça, firme e muito firme. muito plástica e pegajosa; transição difusa e plana.

BC 152-172 cm+; o horizonte BC foi coletado com o trado para análises, não permitindo a descrição morfológica; textura argila.

RAIZES – muitas em Ap e AB; comuns no BA; poucas no Bt1; raras em Bt2 e Bt3.

OBSERVAÇÕES :

1. Muitos poros no Ap; comuns nos demais horizontes;
2. Horizonte BC foi coletado a trado (152- 172 cm+);
3. Perfil descrito úmido, prejudicando a determinação da estrutura e consistência seco.

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS

PERFIL 2 – ARGISSOLO AMARELO Eutrófico nitossólico, A moderado, textura argilosa, fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado.

Horizonte		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Disp. em H ₂ O	Grau de Floc. %	Rel. Silte/Argila	Densidade		Porosidade dm ⁻³ dm ⁻³	
Símb.	Prof. cm	Calhaus	Casc.	Terra fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				Solo	Part.		Kg m ⁻³
		%			g.kg ⁻¹										
Ap	0 – 10	0	3	97	404	219	97	395	168	57	0,24	1,16	2,57	54,58	
AB	10 – 22		1	99	310	174	194	371	240	35	0,52	1,32	2,66	50,45	
BA	22 – 40		0	100	226	160	195	483	286	41	0,40	1,41	2,67	47,16	
Bt1	40– 84		0	100	276	106	154	503	39	92	0,31	1,59	2,68	40,77	
Bt2	84 – 112		0	100	220	157	138	530	56	89	0,26	1,64	2,73	39,71	
Bt3	112 – 152		1	99	214	134	162	525	56	89	0,31	1,63	2,64	38,48	
BC	152 – 172+		1	99	201	119	211	498	56	89	0,42		2,67		
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. kg ₁														%
Ap	7,5	6,7		4,9	4,2	1,44	0,06	11	0,0	0,7	12	92	0,0		
AB	7,4	6,1		3,2	4,2	1,16	0,05	7	0,0	1,0	9	87	0,0		
BA	6,8	5,4		2,6	3,7	0,94	0,05	7	0,0	1,1	9	79	0,0		
Bt1	5,2	4,1		1,8	3,0	0,18	0,05	5	0,2	1,9	8	67	3,4		
Bt2	5,3	4,2		2,0	3,6	0,10	0,05	6	0,2	2,3	8	74	2,5		
Bt3	5,5	4,4		2,0	3,7	0,08	0,05	6	0,1	1,8	7	77	1,7		
BC	5,8	4,5		2,1	4,3	0,07	0,06	6	0,1	1,6	8,	80	1,5		

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											
Ap	21,2	2,3	9,2	112	99	46		0,37		2,0	1,5	2,1			
AB	11,2	1,2	9,4												
BA	10,2	1,1	9,1												
Bt1	5,8	0,7	0,3	193	174	64		0,26		1,9	1,5	2,7			
Bt2	4,3	0,6	7,7												
Bt3	3,9	0,4	8,7												
BC	3,80	0,4	9,04	290	206	84		0,15		2,3	1,8	2,4			
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	0,25														
AB	0,54														
BA	0,57														
Bt1	0,59														
Bt2	0,66														
Bt3	0,63														
BC	0,68														

A – DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL – 3 (São Vicente Ferrer)

DATA - 19/11/2010.

CLASSIFICAÇÃO – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico Nitossólico, A moderado, textura média/muito argilosa, floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Fazenda Várzea do Bredo, município de São Vicente Férrer, Pernambuco, nas coordenadas UTM de 25M 0222933 mE e 9153280 mN .

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Terço médio de encosta com 38 a 40% de declividade.

ALTITUDE – 340.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA - Pré- Cambriano, gnaisse?

MATERIAL DE ORIGEM - Saprolito de rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE – Ausente.

ROCHOSIDADE – Ausente

RELEVO LOCAL – Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado e montanhoso, com declividades entre 25 a 45%.

EROSÃO - Laminar moderada.

DRENAGEM – Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta subcaducifólia.

USO ATUAL – Cultura de bananeira.

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

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0–13 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido) e bruno (10.5YR 5/3, seco); franco-argilosa; fraca, pequena granular moderada, pequena e média blocos subangulares; muito dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição clara e plana.

AB 13–34 cm; bruno-forte (7.5YR 4/6, úmido); franco-argilosa, fraca a moderada, pequena e média blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; muito dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

BA 34–62 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); argila; fraca a moderada, muito pequena e pequena, blocos subangulares e angulares; cerosidade comum e moderada; muito dura, firme, plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt1 62–118 cm; vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada, muito pequena e pequena, blocos subangulares e angulares; cerosidade abundante e moderada; muito dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bt2 118–180 cm; vermelho (2.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; forte, muito pequena e pequena, blocos angulares; cerosidade abundante e forte; muito dura, firme, muito plástica e muito pegajosa;

BC 180-220 cm; coletado com trado; textura argila.

Cr 220-255 cm; saprolito da rocha do embasamento; textura franco-argilo-arenosa.

RAIZES – muitas em Ap e AB; comuns no BA; poucas no Bt1; raras no Bt2 .

OBSERVAÇÕES:

1. Muitos poros ao longo de todo o perfil;
2. Horizontes BC e Cr coletados com trado (220 e 255 cm);
3. Poucos calhaus e cascalhos arestados de quartzo no BA.

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS

PERFIL 3 -. ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico Nitossólico, A moderado, textura média/muito argilosa, floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado.

Horizonte		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Disp. em H ₂ O	Grau de Floc. %	Rel. Silte/Argila	Densidade		Porosidade dm ⁻³ dm ⁻³	
Símb.	Prof. cm	Calhau	Casc. %	Terra fina %	Areia Grossa g.kg ⁻¹	Areia Fina g.kg ⁻¹	Silte g.kg ⁻¹	Argila g.kg ⁻¹				Solo	Part.		Kg m ⁻³
Ap	0 – 13		2	98	276	214	391	281	211	36	1,39	1,33	2,55	47,77	
AB	13 – 34		1	99	207	151	336	393	11	71	0,85	1,41	2,74	48,49	
BA	34 – 62	1	8	91	210	148	286	534	6	99	0,54	1,36	2,68	49,32	
Bt1	62 – 118		1	99	102	756	320	683	6	99	0,47	1,23	2,73	54,83	
Bt2	118 – 180		1	99	93	98	298	652	5	99	0,46	1,40	2,79	49,84	
BC	180 – 220		3	97	169	196	249	508	6	99	0,49		2,86		
Cr	220 – 255		2	98	423	336	218	212	6	97	1,03		2,86		
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	6,5	5,6		3,02	2,4	0,26	0,06	6	0,0	2,0	8	74	0		
AB	5,4	4,3		1,1	1,8	0,09	0,02	3	0,2	2,3	6	55	5		
BA	5,2	4,3		1,12	1,8	0,06	0,03	3	0,2	2,3	6	54	6		
Bt1	5,2	4,5		1,1	1,7	0,05	0,02	3	0,2	1,5	5	63	5		
Bt2	5,3	4,8		1,0	2,1	0,09	0,05	3	0,1	1,5	5	66	2		
BC	5,3	4,4		0,6	2,4	0,11	0,08	3	0,2	1,5	5	65	4		
Cr	5,5	4,1		1,2	1,8	0,15	0,09	3	0,7	1,0	5	63	18		

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	19,6	1,6	12,4	122	121	33		0,20		1,9	1,6	3,6			
AB	8,0	1,0	8,2												
BA	7,5	0,6	11,6												
Bt1	5,0	0,5	9,7	261	216	77		0,14		2,1	1,7	2,8			
Bt2	4,6	0,3	13,3												
BC	5,1	0,3	16,2	253	239	83		0,20		1,6	1,3	2,9			
Cr	2,5	0,1	30,2	186	187	64		0,41		1,6	1,3	2,9			
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 _e . kg ₋₁										0,033
Ap	0,7														
AB	0,4														
BA	0,5														
Bt1	0,5														
Bt2	1,1														
BC	1,6														
Cr	2,0														

A – DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL – 4 (São Vicente Ferrer)

Data - 18/11/2010.

CLASSIFICAÇÃO – LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitossólico, A moderado, textura argilosa/muito argilosa, álico, fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – Chã dos Esquecidos (Engenho Açude Novo), município de São Vicente Férrer, Pernambuco, nas coordenadas UTM de 25M 0223770 mE e 9161174 mN.

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Terço médio de encosta com 30% de declividade, sob cultura de bananeira muito deficiente.

ALTITUDE –559m.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA - Pré- Cambriano, rocha?

MATERIAL DE ORIGEM – Saprolito da rocha do embasamento.

PEDREGOSIDADE – Ausente.

ROCHOSIDADE – Ausente.

RELEVO LOCAL – Forte ondulado.

RELEVO REGIONAL – Forte ondulado, com trechos ondulados

EROSÃO - Laminar ligeira e moderada

DRENAGEM – Bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta subcaducifólia

USO ATUAL – Cultura de bananeira

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

B – DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0–17 cm; bruno-escuro (10YR 4/3, úmido) e bruno (10YR 5/3; seco); argilo-arenosa; moderada, pequena e média granular e pequena blocos subangulares; dura, friável, plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

AB 17–35 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido); argila; fraca a moderada, muito pequena e pequena, blocos subangulares; muito dura, friável, plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.;

BA 35–60 cm; bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido); argila; fraca, pequena e média, blocos subangulares; muito dura, firme, plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bw1 60–95 cm; bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido); muito argilosa; fraca, muito pequena a média, blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; muito dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição difusa e plana.

Bw2 95–145 cm; bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido); muito argilosa; fraca a moderada, muito pequena a média, blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; muito dura, firme, muito plástica e muito pegajosa; transição gradual e plana.

Bt1 145–200 cm; vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); muito argilosa, moderada, muito pequena a média, blocos subangulares e angulares; cerosidade comum e moderada; muito dura, friável, muito plástica e muito pegajosa.

Bt2 200 – 260 cm+; material semelhante ao do Bt3, coletado com o trado.

RAIZES – muitas no Ap; comuns em AB e BA; poucas em Bt1 e Bt2; raras no Bt3.

OBSERVAÇÕES:

1. Horizonte abaixo de 200m coletado com o trado e material saprolítico coletado em uma encosta próxima ao perfil;
2. Muitos poros ao longo de todo o perfil.

C – ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS

PERFIL 4 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico nitossólico, A moderado, textura argilosa/muito argilosa, álico, fase floresta subcaducifólia, relevo forte ondulado.

Horizonte		Frações da Amostra Total			Composição Granulométrica da Terra Fina				Argila Disp. em H ₂ O	Grau de Floc. %	Rel. Silte/Argila	Densidade		Porosidade dm ⁻³ dm ⁻³	
Símb.	Prof. cm	Calhaus	Casc	Terra fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				Solo	Part.		Kg m ⁻³
		%			g.kg ⁻¹										
Ap	0 – 17		1	99	318	176	125	417	373	8	0,30	1,45	2,67	45,65	
AB	17 – 35		2	98	310	206	137	481	44	92	0,29	1,43	2,72	47,35	
BA	35 – 60		2	98	276	170	145	567	46	93	0,25	1,42	2,75	48,35	
Bw1	60 – 95		1	99	266	170	128	625	47	94	0,20	1,35	2,74	50,75	
Bw2	95 – 145		2	98	248	146	171	628	48	94	0,27	1,23	2,73	54,87	
Bt1	154 – 200		1	99	144	90	170	762	17	98	0,22	1,32	2,74	51,69	
Bt2	200 – 260		1	99	130	80	208	761	33	95	0,27		2,79		
Saprolito			1	99	270	100	413	273	37	86	1,51		2,86		
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. kg ₁							%		mg.kg ⁻¹					
Ap	4,5		3,7		0,4	1,9	0,71	0,04	3	1,5	5,0	10	32	33	
AB	4,3		3,7		0,5	0,4	0,35	0,03	1	1,8	3,4	6	19	60	
BA	4,3		3,8		0,6	0,6	0,03	0,01	1	1,8	1,8	5	26	59	
Bw1	4,3		3,9		0,8	0,2	0,02	0,01	1	1,8	1,6	4	24	62	
Bw2	4,6		4,1		0,5	0,9	0,02	0,01	2	1,0	1,3	4	42	37	
Bt1	4,7		4,2		0,6	0,8	0,02	0,01	1	0,8	1,5	4	38	57	
Bt2	4,5		4,1		1,0	1,1	0,02	0,01	2	0,9	1,4	5	47	31	
Saprolito	4,7		3,9		0,5	2,1	1,03	0,03	4	2,3	0,1	6	61	38	

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	17,4	1,9	9,2	156	126	53		0,91		2,15	1,7	2,4			
AB	10,7	1,0	11,1												
BA	6,3	0,6	9,9												
Bw1	5,9	0,5	11,6	226	186	91		0,15		1,8	1,4	2,0			
Bw2	4,2	0,4	11,1												
Bt1	4,1	0,4	10,3												
Bt2	3,3	0,3	10,6	252	216	83		0,22		2,1	1,6	2,6			
Saprolito	2,5	0,2	16,4	196	206	71		0,08		2,0	1,6	2,9			
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 ^o C		%		Cmol. kg ₁								0,033
Ap	0,4														
AB	0,4														
BA	0,1														
Bw1	0,2														
Bw2	0,1														
Bt1	0,4														
Bt2	0,2														
Saprolito	0,5														

