

CRISTINE CAROLE MUGGLER

RELAÇÕES GEOPEDOLÓGICAS EM ÁREA DOS CHAPADÕES DO RIO CORRENTE, SUDOESTE DA BAHIA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do grau de Mestre.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1989

1944

1944

1944

1944

1944

1944

1944



1944

1944

1944

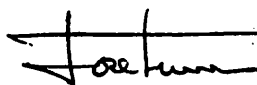
APROVADA



Nilton Curi
Orientador



Deoclécio Nazareno do Carmo



José Maria de Lima



Fabiano Ribeiro do Vale

Às pessoas apaixonadas pela utopia
de um Brasil melhor.

AGRADECIMENTOS

O final de um trabalho de tese traz junto com a sensação de mais uma etapa vencida, a vontade de agradecer a todos que, de alguma forma, contribuíram para a sua realização.

Sou especialmente grata ao Nilton, meu orientador, antes de tudo por sua grande amizade, que tornou a realização deste trabalho muito tranquila e estimulante, em particular por seu desprendimento em dividir a sua experiência e seu conhecimento sobre o assunto.

Aos demais membros do comitê de orientação, onde cada um, à sua maneira, contribuiu para o sucesso deste trabalho. Zé, pelo inestimável auxílio no campo e no laboratório e à sua disponibilidade. Deo, pelas ricas, porém esporádicas discussões, dadas às contingências geográficas, nas quais pude desfrutar de sua vasta experiência de campo. Fabiano, pelo exemplo de uma desejável dosagem administrativa e científica, inseridas politicamente, tão necessária aos professores universitários.

Aos professores e funcionários do Departamento de Ciên-

cia do Solo da ESAL, que tão carinhosa e desprendidamente me acolheram, sempre prontos para me auxiliar naquilo que fosse preciso. Aos professores do DEGEO/UFOP: Selma, pelos difratogramas de raios X César Mendonça, pelas lâminas de calcário e auxílio na mineralogia da fração areia. Fernando e Hanna, pela boa vontade e amizade.

Aos meus colegas de departamento da UFV, especialmente aos amigos Luciana que assumiu a sobrecarga da minha ausência; Luiz Eduardo pelo carinho; Ivo, companheiro de militância política e de momentos de descoberta; Sérvulo e Liovando, pelo apoio, vibração e estímulo incondicionais; Mauro, responsável em grande parte pela minha filosofia de trabalho.

Nesses quase dois anos, ficou ainda mais claro que, sem o suporte afetivo da presença dos amigos, não há como um trabalho caminhar bem. Assim, aos amigos que alimentam a paixão que me fez seguir em frente acreditando na vida, no país e no meu trabalho: Angelo e Corá, pelas entusiasmadas conversas nas estradas desse país, sobre profissão, política e, especialmente, sobre a vida e pelo inestimável apoio no difícil tempo do gesso; Beбето, pela alegre convivência nos tempos dos créditos; Maria Imaculada, pela presença e gratuidade nos primeiros tempos de Lavras; Lúcia, Fatinha, Kika, Chica, Carinhos, Adriel e Leda, que conheci por afinidades políticas, e depois descobrimos juntos muito maiores afinidades pessoais. Arello Rosa, João, Andréa, Renato, Lucinha, Rosi, Carla e tantos outros que tornaram minha vida de mestrado muito mais feliz.

Ac Marco, que me viu virar geóloga e depois "geopedóloga" muitas vezes acreditando mais em mim do que eu própria, com quem aprendi, entre outras coisas, que a curiosidade e inquietação

constantes são características imprescindíveis de quem trabalha com ciência.

À minha mãe, que sempre estimulou e acreditou nas minhas iniciativas.

À Ana, que datilografou o trabalho, pela paciência e boa vontade em entender os meus confusos manuscritos.

À nação brasileira, que por intermédio do PICD/CAPES e CNPq custeou o meu treinamento. À Artex Agrícola pelo apoio logístico ao trabalho de campo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Descrição geral da área de estudo	11
3.2. Metodologia	15
3.2.1. Trabalho de campo	15
3.2.2. Trabalho de laboratório	16
3.2.2.1. Análises físicas	16
3.2.2.2. Análises químicas	17
3.2.2.3. Análises mineralógicas e petrográ- ficas	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Caracterização física	24
4.2. Caracterização química	31
4.3. Caracterização mineralógica	37
4.4. Ambientes geopedológicos	50
5. RESUMO E CONCLUSÕES	55

6. SUMMARY AND CONCLUSIONS	58
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
APÉNDICE A	76
APÉNDICE B	83

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Composição granulométrica, área superficial <u>es</u> pecífica (ASE), densidade do solo (D_s), densi- dade de partículas (D_p) e volume total de poros (VTP) dos solos estudados	25
2	Fracionamento da areia total dos solos estuda- dos	27
3	Complexo sortivo, carbono orgânico, pH e fósfo <u>o</u> ro disponível dos solos estudados	33
4	Zinco (Zn), Cobre (Cu), Ferro (Fe) e Manganês (Mn) dos solos estudados	34
5	Teores de óxidos extraídos pelo ataque sulfú <u>ri</u> co e índices K_i e K_r dos solos estudados ..	36
6	Caracterização mineralógica qualitativa das fra- ções areia dos solos estudados	38

Quadro

Página

7	Caulinita (Ct), Gibbsita (Gb), Quartzo (Qz), An ₂ átasio (An), Argilominerais 2:1 (Esmectita - Em; Vermiculita - Vm; Mica - Mi) (2:1), Goethita (Gt), Hematita (Hm) e Maghemita (Mh), identificados e quantificados (ou não), na fração argila dos solos estudados	42
8	Cor do solo, Fe extraído pelo ditionito-citrato bicarbonato de sódio (Fe _d), mineralogia e caracterização dos óxidos de ferro na fração argila dos solos estudados	46

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Relação entre a evolução do relevo e a intensidade das transformações, pedogênese e erosão .	8
2	Localização da área estudada	12
3	Bloco diagrama esquemático da área estudada ..	22
4	Curvas de retenção de umidade dos solos estudados	28
5	Diagramas físico-hídrico-volumétricos dos solos estudados (profundidade de 0-20 cm)	29
6	Difratogramas de raios X (tubo de cobre) da fração argila dos solos estudados (método do pó), sem pré-tratamento	43
7	Difratogramas de raios X (tubo de cobre) da fração argila (método do pó), sem pré-tratamento, dos solos Podzólicos	44

Figura

Página

8	Difratogramas de raios X (tubo de cobre) da fração argila (método do pó), sem pré-tratamento, dos Vertissolos	44
9	Difratograma de raios X (tubo de cobalto) da rocha calcária (método do pó) ocorrente nas áreas do 5º ambiente. Qz = quartzo; Cc = calcita; Cl = clorita; Mi = mica, Fp = feldspato; espaçamento d em nanômetros	50

1. INTRODUÇÃO

Existem extensas áreas na região Nordeste do Brasil que apresentam considerável potencial agrícola, levando-se em conta as características dos solos, do relevo e o potencial hidrográfico. Nessas áreas, os solos possuem geralmente boas condições físicas, e podem adquirir boas condições químicas - quando não as têm - mediante práticas de adubação e correção de acidez. O relevo, predominantemente plano e suave ondulado, favorece a atividade agrícola, possibilitando a motomecanização. O clima é o fator que normalmente se apresenta como o mais limitante, quando consideradas as condições meteorológicas, onde as precipitações médias anuais são baixas, e principalmente, mal distribuídas (BRASIL, 1976). Entretanto, o potencial hidrográfico da área favorece a utilização de práticas de irrigação, que vêm sendo adotadas com maior frequência, fomentando e intensificando o uso agrícola dessa vasta região.

Não obstante a extensão dessas áreas e o conjunto de fatores predominantemente favoráveis à sua utilização agrícola, constata-se a carência de estudos detalhados de solos, uso e manejo. O que se tem, geralmente, são relatórios de levantamentos de solos,

de caráter mais exploratório, cuja escala não permite a identificação direta dos solos, aptidão agrícola e condições para manejo ao nível de propriedade rural (KLAMT et alii, 1985; CURI et alii, 1988). A potencialidade e a extensão de ocorrência desses solos tornam necessária a realização de estudos básicos, de modo a se estabelecerem relações mais íntimas dos solos com os demais componentes do meio ambiente, e assim possibilitar um melhor planejamento de uso da terra (solo no contexto geográfico), introduzindo alternativas de utilização agrícola adequadas às condições locais (RESENDE & REZENDE, 1983; CURI et alii, 1988).

Nesse contexto, insere-se este trabalho, sendo a área de estudo representativa das áreas anteriormente descritas - sudoeste da Bahia, à margem esquerda do rio São Francisco. Dessa forma, neste trabalho foram estudados fatores e processos de formação e propriedades dos solos, buscando-se o entendimento integrado da gênese do solo por meio da síntese e interpretação do meio físico, correlacionando-se elementos de pedologia, geologia e geomorfologia (SALOMÃO, 1985). Foi feita a caracterização física, química e mineralógica dos solos, rochas e materiais de origem, além de previsões de comportamento das terras, quando sob uso.

A forma de abordagem e interpretação escolhida - caracterização de relações geopedológicas - se deve às notáveis inter-relações pedológicas, geológicas e geomorfológicas observadas na área de estudo. Relações geopedológicas são resultado da integração e inter-relacionamento de aspectos geológicos e pedológicos, no contexto geomorfológico. A identificação e caracterização dessas relações permite a estratificação ambiental do universo estudado,

subsidiando alternativas para uso e manejo mais adequados das terras, além de possibilitar uma segura e eficiente transferência de conhecimentos.

A estratificação ambiental baseada na identificação de relações geopedológicas deu origem aos ambientes geopedológicos, que consistem no agrupamento das classes de solos associadas ao material de origem e à geomorfologia. Os atributos identificadores de cada ambiente são selecionados levando-se em consideração a sua facilidade de identificação no campo e taxa de covariação com outros atributos do ambiente.

Este trabalho objetivou a identificação e caracterização de relações geopedológicas que permitissem a estratificação da área em ambientes geopedológicos, os quais visam a fixação de bases para uso e manejo mais adequados (às condições locais) das terras, além de possibilitar uma efetiva transferência de conhecimentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A evolução pedológica é o resultado da combinação de uma série de fatores (clima, organismos, topografia, material de origem e idade), conforme equação proposta por JENNY (1941):

$$S = f(\text{cl, o, r, mo, t...})$$

O conhecimento preciso da combinação dos fatores que definem o sistema solo propicia a previsão das propriedades do mesmo (BIRKELAND, 1984). Dada a natureza e as inter-relações existentes entre esses fatores e os processos pedogenéticos, tal conhecimento preciso jamais será atingido, restando o emprego de previsões qualitativas e, às vezes, quantitativas. Dessa forma, não há solução possível para a equação de Jenny. Assim, são feitas simplificações, como a admissão de fatores constantes, enquanto apenas um varia, visando a construção de modelos que, se não são completamente verdadeiros, constituem etapas para a obtenção de previsões de comportamento do solo (RUNGE, 1973). Tal admissão é possível quando se considera que um fator é constante se a sua variação é muito pequena ou tem efeito negligível na propriedade que está sendo considerada (BIRKELAND, 1984). Posto desta forma, pode ser aplicável ao siste-

ma solo.

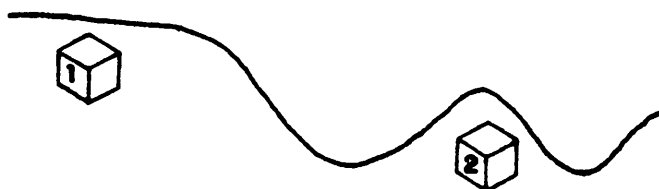
Na área estudada, a atuação do material de origem e do relevo (que basicamente controla o tempo de exposição aos agentes bioclimáticos) é fundamental na distinção dos ambientes agrícolas. O relacionamento entre as classes de solo (com suas propriedades distintivas) e as superfícies geomórficas, conforme enfatizado por OLLIER (1959), REZENDE (1971), REZENDE et alii (1972), CARMO et alii (1984) e CURI et alii (1984) é evidente na área e fornece subsídios para a estratificação de ambientes.

O material de origem tem papel preponderante na interpretação de diferentes propriedades do solo, a ponto de ter sido inicialmente considerado o mais importante fator de formação de solos (BUOL et alii, 1980; BIRKELAND, 1984). De todo modo, a importância relativa dos fatores varia de solo para solo e a influência do material de origem se dá em graus diversos. Considera-se, historicamente, que a influência do material de origem se faz sentir mais em regiões secas e/ou frias (onde o fator bioclimático é bastante atenuado) e nos estágios iniciais da pedogênese. Assim, solos jovens mostram, entre outros atributos, minerais primários provenientes da rocha de origem, guardando de forma inequívoca as características desta. Mas, mesmo em solos muito velhos, intensamente intemperizados e lixiviados, persistem notavelmente efeitos da rocha de origem, como observado por CURI & FRANZMEIER (1987) em Latossolos desenvolvidos sobre basalto (Latosolo Roxo) e itabirito (Latosolo Ferrífero), indicando a necessidade de separação entre eles em um sistema de classificação. Da mesma forma, LIMA (1987) estudando Latossolos derivados de gnaisse leucocrático e de gnais-

se mesocrático, observou erodibilidade diferencial desses solos em função de suas propriedades covariantes com o material de origem, particularmente a proporção de minerais máficos, posteriormente estudadas dentro do contexto de gênese do solo por MARQUES JÚNIOR (1988). Isso mostra que após longos períodos de intemperismo, mesmo pequenas diferenças na composição do material de origem podem causar variações significativas nas propriedades dos solos (RESENDE et alii, 1988b).

Desse modo há uma grande diversidade de atributos químicos, mineralógicos e estruturais das rochas que se constituem em ricos elementos de previsão acerca dos solos delas derivados (HARRADINE & JENNY, 1958; REZENDE & SANTANA, 1990), fazendo com que a avaliação correta do material de origem seja fundamental para a interpretação da gênese e morfologia dos solos (ARNOLD, 1968; BIRKELAND, 1984). Tal avaliação se faz necessária, pelo fato de que, comumente há movimentação e mistura de materiais diferentes, ou mesmo pré-intemperizados (OLLIER, 1959), resultando no desenvolvimento de solos que não refletem necessariamente aspectos da rocha originária subjacente (BRAUN, 1961; BRASIL, 1962), devendo então ser testada e avaliada a uniformidade do material de origem (TREMOCOLDI, 1982; BIRKELAND, 1984). Considerando-se a inevitável incerteza em relação à rocha de origem de um solo, aliada à possível mistura de materiais de origem, outra linha de abordagem da questão avalia que o uso de critérios relativos ao solo, sensíveis ao material de origem e bioclima, fornece um melhor conjunto de características covariantes, destacando-se entre tais critérios, a cor e a susceptibilidade magnética (RESENDE et alii, 1988b).

Em uma paisagem particular, o tempo de exposição do material da rocha original à ação da pedogênese, é controlado pela erosão por unidade de tempo, conforme o esquema abaixo:



O material (1) vai atingir, em condições comparáveis, um estágio de desenvolvimento mais avançado que o material (2). O tempo de exposição do material (2) aos agentes intempéricos é muito menor (RESENDE, 1978).

A evolução do relevo é essencialmente controladora da idade do solo. Assim as transformações, pedogênese e erosão, são maiores nos solos situados em relevo mais acidentado, enquanto nos solos posicionados em relevo plano, já envelhecidos, tanto a pedogênese quanto a erosão, são pouco intensas (Figura 1).

O estudo dos principais fatores e processos de formação, avaliando-se a sua influência sobre diferentes propriedades dos solos, possibilita a determinação dos principais parâmetros ambientais atuantes em uma dada área. O conhecimento desses parâmetros subsidia a estratificação de ambientes e a avaliação de sua qualidade, isto é, seu potencial produtivo e suas principais limitações (CARMO et alii, 1990), de forma a possibilitar um planejamento agrícola mais realista (RESENDE & REZENDE, 1983).

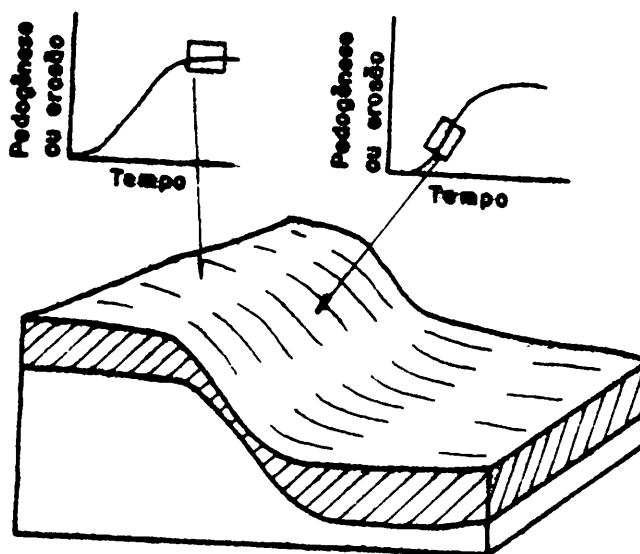


FIGURA 1 - Relação entre a evolução do relevo e a intensidade das transformações, pedogênese e erosão (RESENDE, 1985).

A estratificação dos ecossistemas conduz a modelos de previsão de comportamento dos solos, subsidiando a definição das melhores alternativas de uso e manejo dos mesmos, ao mesmo tempo que favorece uma segura e eficiente transferência de conhecimentos (RESENDE, 1983). Nesse aspecto, os estudos de gênese são os mais fundamentais para o estudo dos solos e constituem as bases para a seleção de atributos utilizados na estratificação ambiental (ALMEIDA, 1979).

A escolha e definição dos atributos para a estratifica-

ção de ambientes devem obedecer a duas condições essenciais: ser de fácil percepção no campo e ter alta taxa de covariação com outras propriedades. Ressalta-se porém que, mais importante que a identificação e/ou mensuração de um atributo, é o entendimento dos mecanismos resultantes das relações entre causa e efeito (CARMO et alii, 1990). Daí que devem ser conhecidas as possíveis relações entre os atributos no contexto da estratificação ambiental.

A cada atributo de interesse fundamental, corresponde geralmente um atributo de percepção mais fácil, e por isto, passível de utilização pelo usuário, cumprindo a necessidade da transferência de conhecimentos. A utilização efetiva de um atributo repousa essencialmente no relacionamento deste com a ocorrência de outros atributos de forma que, embora todas as características dos solos possam ser utilizadas, são escolhidas apenas aquelas com maior taxa de covariação (MEDEIROS, 1977; ALMEIDA, 1979; RESENDE, 1982; RESENDE & REZENDE, 1983; SANTANA, 1983; CARMO et alii, 1984; LIMA, 1987; RESENDE et alii, 1988b, 1988c). Nesse contexto, inserem-se entre tais atributos, a cor e textura dos solos, pedoforma, afloramentos de rocha, entre outros, constituindo-se em identificadores confiáveis de diferentes ambientes agrícolas, covariando com outras propriedades tais como fertilidade do solo, dinâmica de água e de oxigênio e susceptibilidade à erosão.

Dessa forma, a estratificação da área em ambientes geopedológicos, a partir de relações geopedológicas, se encaixa neste contexto, já que são estudados aspectos geológicos, pedológicos e geomorfológicos, de cuja integração e inter-relacionamento resultam tais relações, permitindo a distinção e individualização dos

ambientes. Deve ser ressaltado que o enfoque utilizado neste trabalho é o de uma integração interdisciplinar de geologia, geomorfologia e pedologia, enfoque este distinto daquele utilizado para fins de engenharia e planejamento urbano, traduzido por uma distribuição homogênea de solos, em função de suas origens geológicas (LO - RANDI & FRANÇA, 1987).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição geral da área de estudo

A área estudada localiza-se na parte sudoeste do Estado da Bahia, entre os meridianos $43^{\circ}30'$ e $43^{\circ}40'$ de longitude a oeste de Greenwich, e os paralelos $13^{\circ}05'$ e $13^{\circ}20'$ de latitude sul (Figura 2). A área, com aproximadamente 5000 ha, situa-se à margem direita do rio Corrente, afluente da margem esquerda do rio São Francisco. Pertence ao município de Bom Jesus da Lapa, e está inserida na microrregião 132 - Chapadões do Rio Corrente - de acordo com o mapa do Estado da Bahia (IBGE, 1970), fazendo parte da zona fisiográfica do Médio São Francisco.

O clima da região está enquadrado no tipo Aw (tropical de savana, inverno seco e verão chuvoso) da classificação de Köppen. O trimestre mais chuvoso é novembro-dezembro-janeiro, sendo a precipitação média anual de 1000 mm. A má distribuição de chuvas é fator crítico no planejamento agrícola regional.

A cobertura vegetal está representada em sua maior parte pela floresta caducifólia e pela caatinga hipoxerófila. É comum

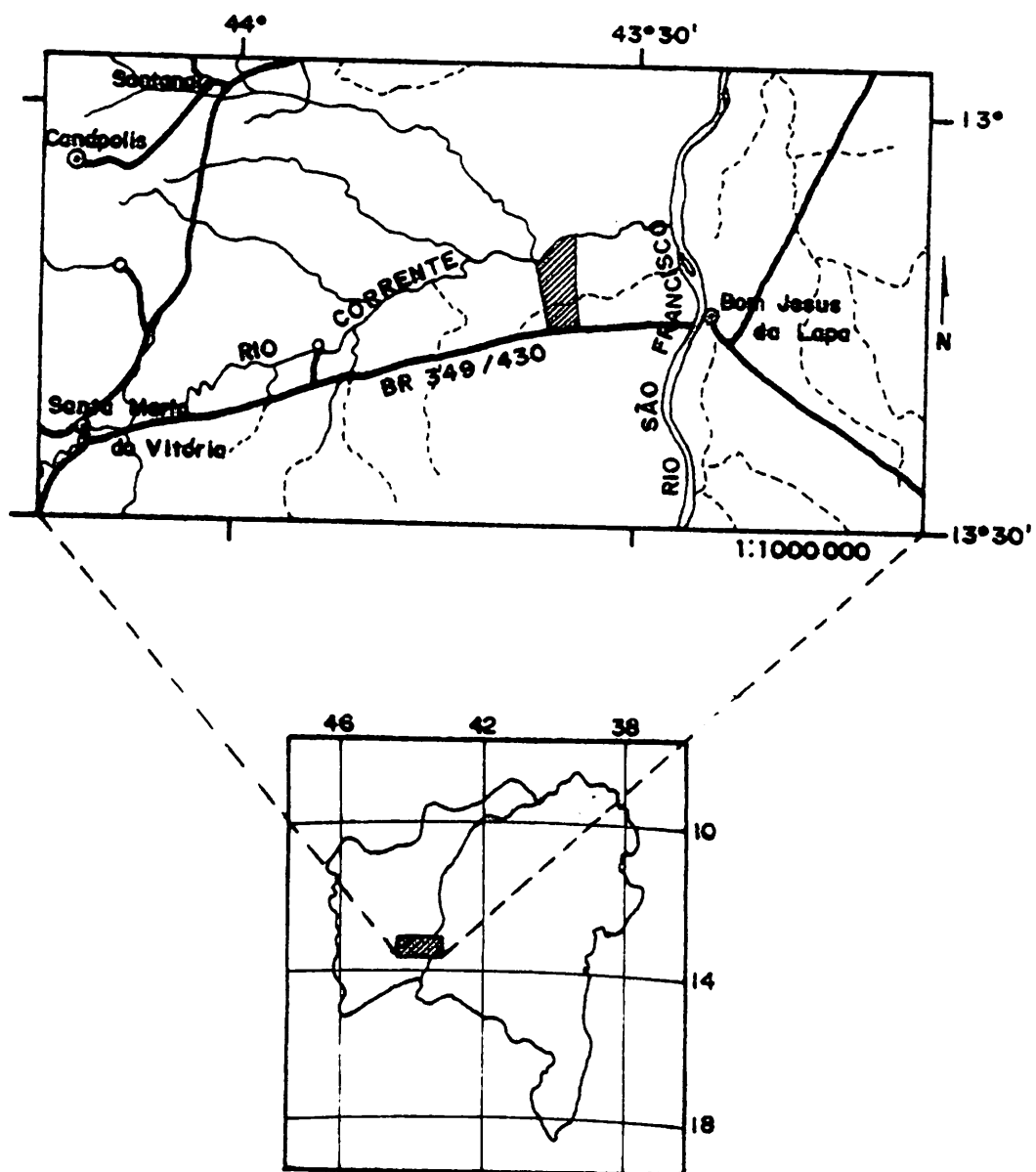


FIGURA 2 - Localização da área estudada (BRASIL, 1982).

um tipo de vegetação conhecida localmente como "grameal", que parece representar um estágio avançado de degradação da vegetação original.

A geologia da área consiste basicamente de três conjuntos. O primeiro é representado pela unidade estratigráfica Grupo Bambuí, dominante na área. O segundo consiste de conjuntos de sedimentos argilo-arenosos multivariados. O terceiro, de ocorrência mais restrita e localizada, constitui a Formação Caatinga. A caracterização local das variações do Grupo Bambuí, assim como a presença de formações mais recentes (terciárias e quaternárias), precisa de estudos mais pormenorizados.

O Grupo Bambuí, de idade proterozóica superior, consiste de uma sequência pelito-carbonática, geralmente não metamórfica, resultante de sedimentação epicontinental processada sobre plataforma estável com subsidência variável ao longo de sua extensão (BRASIL, 1982; BRASIL, 1984a). De forma objetiva, podem-se distinguir nesta sequência litológica, dois fácies distintos: o carbonático (onde predominam os calcários) e o clástico, no qual ocorrem arenitos, siltitos, argilitos e ardósias (BRASIL, 1976).

É frequente em toda a região, o recobrimento das litologias do Grupo Bambuí por extensos depósitos detríticos predominantemente arenosos, resultantes dos diferentes ciclos erosivos que atuaram sobre a área. (BRASIL, 1984a; BRASIL, 1985). A natureza desses sedimentos é bastante variada, dada a sua própria origem. O Projeto Radam (BRASIL, 1982) distingue aí duas unidades: a primeira de idade terciária-quaternária, é constituída de depósitos predominantemente arenosos com níveis conglomeráticos e presença de

processos de laterização incipientes. A segunda, de idade quaternária (holocênica), consiste de depósitos fluviais predominantemente arenosos com lentes de silte, argila e cascalhos na base. Esses depósitos compõem os terraços subatuais de nível mais elevado que os terraços recentes (BRASIL, 1984a). Outro trabalho (BRASIL, 1982) caracteriza uma unidade litoestratigráfica denominada Formação Vassantes (termo pouco usado, tendendo a ser suprimido, BRASIL, 1984b), constituída de areias com cascalhos e intercalações argilosas, cuja deposição se deu em grandes áreas, devido à subsidência produzida por movimentos regionais, que originaram uma grande planície de inundação.

A Formação Caatinga é composta de calcários de coloração esbranquiçada, estrutura fragmentária, pouco argilosos, estratificação maciça, localmente com variações argilosas, pulverulentas e, excepcionalmente conglomeráticas com seixos de quartzo e quartzito do Grupo Chapada Diamantina e blocos de calcário Bambuí. Resulta da dissolução, remobilização e reprecipitação dos calcários Bambuí, sendo portanto, de origem fluvial. Sua espessura varia de 10 a 15 m e se situa nos fundos dos vales. A idade destes calcários é pleistocênica inferior a holocênica, período quaternário (BRASIL, 1984a).

Em relação à geomorfologia (BRASIL, 1982), a região circundante situa-se no domínio das Depressões Pediplanadas do rio São Francisco, onde as altitudes variam de 400 a 600 m, correspondendo ao piso das depressões, e os relevos residuais podem atingir até 900 m. Os pediplanos apresentam coberturas detríticas, principalmente arenosas e, em função das variações litológicas, caracte-

rizam em alguns locais, karst em exumação (conjunto de formas de dissolução de calcários parcialmente expostas por erosão de uma cobertura pré-existente). Essa unidade é também denominada Planície Oriental (BRASIL, 1976), sendo caracterizada como uma grande superfície aplainada compreendida entre a frente oriental do Planalto Ocidental e o rio São Francisco. Além dessa unidade morfológica abrangente, são também individualizados os terraços aluviais, de altitudes entre 350 e 400 m, constituídos de material predominantemente arenoso, de origem colúvio-aluvial e deposição recente.

Os solos predominantes são Latossolos Vermelho-Amarelos álicos e distróficos de textura média e Areias Quartzosas distróficas, ocorrendo também em razoáveis extensões, Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos de textura média/argilosa (BRASIL, 1976; BRASIL, 1982).

Secundariamente ocorrem Latossolos Vermelho Escuros, Cambissolos e solos Litólicos (BRASIL, 1976; BRASIL, 1982), sendo que nas áreas de várzea são encontrados solos Aluviais e Hidromórficos, com caráter vértico e/ou plíntico (CURI et alii, 1986).

3.2. Metodologia

3.2.1. Trabalho de campo

A área foi intensamente percorrida, observando-se a paisagem e o modelado geral, os solos, os materiais e rochas de ori -

gem, objetivando-se uma visão integrada do meio físico que permitisse a estratificação ambiental através do estabelecimento de relações geopedológicas. As relações geopedológicas resultaram da integração de aspectos geológicos e pedológicos no contexto geomorfológico.

A identificação dessas relações aliada à pré-seleção de atributos, de fácil percepção no campo e alta taxa de covariação com outras propriedades, possibilitou a estratificação da área em ambientes geopedológicos. Delineados os ambientes geopedológicos, procedeu-se à amostragem de solos, rochas e materiais de origem para as análises de laboratório.

3.2.2. Trabalho de laboratório

As amostras de solos e materiais de origem destinadas às análises de laboratório foram secas ao ar, destorroadas, e passadas através de peneira de malha de 2 mm, constituindo a fração TFSA.

3.2.2.1. Análises físicas

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, empregando-se NaOH 0,1N como dispersante químico e agita -

ção rápida (12.000 rpm), conforme GEE & BAUDER (1986). O fracionamento da areia foi feito por tamisagem úmida.

A densidade de partículas foi determinada pelo método do picnômetro (BLAKE & HARTGE, 1986) e a densidade do solo o foi, em amostras com estrutura indeformada, coletadas com amostrador de Uhland, de volume conhecido (BLAKE & HARTGE, 1986).

A área superficial específica (ASE) foi determinada por adsorção do éter monoetílico do etileno glicol (EMEG), segundo HEILMAN et alii (1965).

As curvas de retenção de umidade foram estabelecidas através da determinação da água retida a -0,002; -0,004; -0,006; -0,01; -0,03; -0,1; -0,5 e -1,5 MPA, segundo KLUTE (1986).

Nos Vertissolos foi determinado o coeficiente de expansão linear (COLE), de acordo com a metodologia descrita por FRANZMEIER & ROSS (1968).

3.2.2.2. Análises químicas

Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis foram determinados após extração com solução de KCl 1N, segundo VETTORI (1969) e EMBRAPA (1979). A determinação do fósforo, potássio e sódio foi realizada após extração com o extrator Mehlich-1 (H_2SO_4 0,025N + HCl 0,05N). A extração de hidrogênio + alumínio foi feita com solução de acetato de cálcio 1N a pH 7,0.

O pH foi determinado potenciométricamente, em água e em solução de KCl 1N, usando-se a relação 1:2,5 de solo: água/solução de KCl.

O carbono orgânico foi determinado segundo metodologia de VETTORI (1969) e EMBRAPA (1979) e os micronutrientes - Cu, Zn, Fe e Mn - foram extraídos com H_2SO_4 0,025N + HCl 0,05N e determinados no extrato por espectrofotometria de absorção atômica.

Os óxidos do ataque sulfúrico (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 e P_2O_5) foram determinados após digestão com H_2SO_4 1:1 (VETTORI, 1969; EMBRAPA, 1979).

Foi feita a extração dos óxidos de ferro livres totais (Fe_d) com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio, segundo metodologia de MEHRA & JACKSON (1960). O ferro foi dosado por espectrofotometria de absorção atômica. Foram realizadas duas extrações sucessivas.

3.2.2.3. Análises mineralógicas e petrográficas

A rocha carbonática foi descrita macro e microscópica - mente, sendo que neste último caso foram confeccionadas seções delgadas para o microscópio petrográfico (KERR, 1977). Já a rocha pulverizada foi submetida à difração de raios X, tubo de cobalto, para identificação mineralógica qualitativa.

Na fração areia fina foi feita a relação entre a percen

tagem de minerais leves ($d \leq 2,97$) e minerais pesados ($d > 2,97$), utilizando-se o tetrabromoetano. No resíduo pesado da fração areia fina e na fração areia grossa foi feita a separação de minerais magnéticos. Fez-se a descrição mineralógica qualitativa das frações areia fina e areia grossa, inclusive dos resíduos pesados e magnéticos, utilizando-se lupa binocular com aumentos de 10 e 20x. Foram avaliadas a similaridade e proporcionalidade dos minerais pesados resistentes para identificação de possíveis variações no material de origem (MARSHALL & HASEMAN, 1942; TREMOCOLDI, 1982).

A análise mineralógica qualitativa da fração argila foi obtida por meio de difração de raios X, utilizando-se tubo de cobre, sendo que algumas amostras que geraram dúvidas em relação à presença de mica foram também aquecidas a 550°C e novamente submetidas à difração de raios X. Caulinita e gibbsita foram quantificadas na fração argila desferrificada, através de análise térmica diferencial.

A mineralogia dos óxidos de ferro foi determinada após tratamento da fração argila com NaOH 5M, para concentração dos mesmos (KÄMPF & SCHWERTMANN, 1982a), por meio de difração de raios X, utilizando-se tubo de cobalto. O teor de substituição em alumínio na goethita foi estimado de acordo com o método de SCHULZE (1982) e na hematita utilizou-se o método de SCHWERTMANN et alii (1979). O pico do quartzo foi utilizado para corrigir a posição dos reflexos (110) e (111) da goethita e (110) da hematita, usados no cálculo da substituição em alumínio na estrutura desses minerais. Para a quantificação de goethita e hematita foi levado em consideração o grau de substituição de Fe por Al, conforme RESENDE et alii

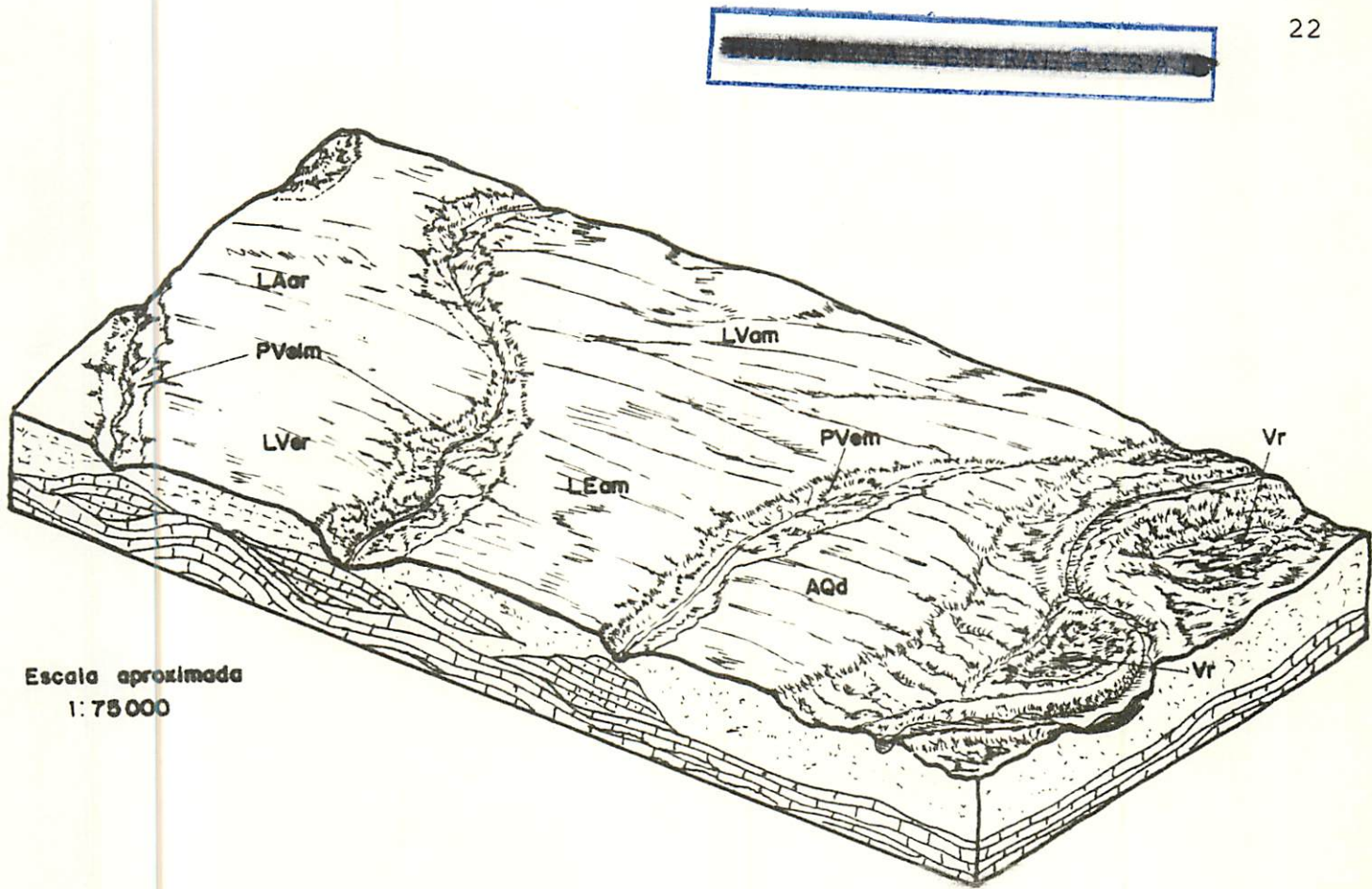
(1987). A proporção de goethita e hematita foi determinada a partir da relação entre a área dos reflexos de difração de raios X (012) ou (104) da hematita e (110) da goethita (KÄMPF & SCHWERTMANN, 1982b). No cálculo da área do reflexo (104) da hematita, foi subtraído da sua intensidade, o valor equivalente a 30% da intensidade do reflexo (110) da goethita, em função da intensidade diferencial dos reflexos (Hm (104) - espaçamento $d = 0,269$ nm - intensidade relativa 10 e Gt (130) - espaçamento $d = 0,269$ nm - intensidade relativa 3), conforme sugestão de KÄMPF, N. (comunicação pessoal).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os trabalhos de campo e de laboratório, e sua interpretação em termos de relações geopedológicas, possibilitaram a estratificação ambiental da área. Tais ambientes geopedológicos sintetizam e correlacionam de forma integrada, atributos relativos aos solos, geomorfologia e material de origem. O bloco diagrama que se segue (Figura 3), permite a visualização dos diferentes ambientes.

Sob influência direta do rio Corrente, tem-se o ambiente de várzea, periodicamente inundado, recebendo, dessa forma, frequentes contribuições de sedimentos fluviais. Nesse ambiente predominam solos Aluviais e Hidromórficos (principalmente Vertissolos) eutróficos com textura indiscriminada, desenvolvidos sobre sedimentos fluviais de natureza variada. Situam-se em cotas de 430 m, sob vegetação de caatinga hipoxerófila que grada a floresta caducifólia de várzea. Os Vertissolos ocorrem nas porções depressionais da várzea e têm considerável expressão geográfica (160 ha).

O segundo ambiente caracterizado consiste das áreas de terraço com relevo plano, situadas próximas à várzea, em cotas de 430-440 m. Nesse ambiente ocorrem Areias Quartzosas distróficas (e



LEGENDA

SOLOS

- Vr - Vertissolo textura argilosa
 AQd - Areia Quartzosa distrófica
 PVem - Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico textura média
 PVelm - Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico latossólico textura média
 LVam - Latossolo Vermelho-Amarelo úlico textura média
 LEom - Latossolo Vermelho Escuro úlico textura média
 LAar - Latossolo Amarelo úlico textura argilosa
 LVer - Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico textura argilosa

GEOLOGIA





-  Calcário Coatinga (Q)
 Sedimentos arenosos e areno-argilosos (Q e T/Q)
 Sedimentos argilo-arenosos (T/Q)
 Calcário Bambuí (PS)

FIGURA 3 - Bloco diagrama esquemático da área estudada.

pieutróficas) desenvolvidas sobre sedimentos arenosos de idade quaternária. A vegetação original consiste de caatinga hipoxerófila.

Em patamares um pouco mais elevados (altitudes de 440-450 m) é identificado um terceiro ambiente, onde ocorrem Latossolos álicos de textura média, originados de sedimentos areno-argilosos de idade terciária - quaternária, sob vegetação original de caatinga hipoxerófila. A pedofoma mostra ligeira variação, o que condiciona uma diferença na cor desses solos. Nas porções em que a mesma é mais convexa os Latossolos são Vermelho Escuros e naquelas em que é mais côncava os Latossolos são Vermelho-Amarelos.

O teto da paisagem local é representado por chapadas planas e estabilizadas, situadas em altitudes de 460-470 m, correlacionáveis à superfície de aplainamento Sul Americana (KING, 1956), configurando um quarto ambiente. Nesse ambiente ocorrem os solos mais velhos e mais argilosos da área, desenvolvidos a partir de sedimentos argilo-arenosos terciários-quaternários, com influências localizadas de calcários. Consistem de Latossolos Amarelos (JACOMINE, P.K.T., comunicação pessoal) álicos (epidistróficos) argilosos e Latossolos Vermelho-Amarelos eutróficos câmbicos argilosos. A vegetação original é representada pela floresta caducifólia/caatinga hipoxerófila nos LA e pela caatinga hipoxerófila nos LV.

O quinto ambiente é relacionado às rupturas topográficas - predominantemente suaves - resultantes do dissecamento e entalhamento da chapada e dos patamares situados acima dos terraços (terceiro e quarto ambientes), por cursos de água intermitentes, produzindo calhas suaves em altitudes variáveis de 430 a 450 m. Nesse ambiente são encontrados solos desenvolvidos a partir de sedimen -

tos provenientes da alteração de rochas carbonáticas da Formação Caatinga, com contribuição de sedimentos argilo-arenosos terciário quaternários. Predominam os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, latossólicos ou não, de textura média, sendo que em locais mais intensamente dissecados, encontram-se afloramentos de calcários. A vegetação original é a floresta caducifólia.

4.1. Caracterização física

Os resultados da caracterização física dos solos estudados são apresentados no Quadro 1. Os solos da área mostram ampla variação textural, desde arenosos (AQd) até argilosos (LVar, LVer e Vr). Com exceção dos Vertissolos, os solos mostram elevados teores de areia em todo o perfil, predominando as areias finas. Os menores teores de argila nas porções mais superficiais dos solos (excetuando-se os Vertissolos) podem ser explicados pelo arraste superficial de partículas mais finas por erosão laminar (UFV, 1984) e pela translocação de argila para as camadas subsuperficiais (Podzólicos).

A área superficial específica (ASE) mostra valores mais elevados nos solos estritamente Podzólicos (PVem) e nos Vertissolos, os quais contêm argilas de maior atividade. A densidade do solo é essencialmente influenciada pela estrutura, sendo mais elevada no horizonte superficial dos Vertissolos (1,73). A densidade de partículas é coerente com o tipo de minerais encontrados nos solos

QUADRO 1 - Composição granulométrica, área superficial específica (ASE), densidade do solo (Ds), densidade de partículas(Dp) e volume total de poros (VTP) dos solos estudados.

Classe de solo	Profundidade cm	Horizonte	Areia		Silte %	Argila	ASE m ² /g	Ds g/cm ³	Dp g/cm ³	VTP %
			grossa	fina						
Vr	0- 8	A	1	17	30	52	337	1,73	-	-
	8-20	C	2	18	32	48	367	1,50	-	-
AQd	0-20	A	9	88	0	3	-	1,59	2,70	41
	20-40	C	3	93	1	3	97	1,62	2,77	42
	400	C	4	87	2	7	-	-	-	-
LVam	0-20	A	2	88	2	8	-	1,52	2,66	43
	60-80	Bw	1	82	3	14	120	-	-	-
	400	BC	1	79	2	18	-	-	-	-
LEam	0-20	A	2	91	1	6	-	1,49	2,63	43
	60-80	Bw	2	82	3	13	117	-	-	-
	400	Bw	1	76	8	15	-	-	-	-
LAar	0-20	A	2	72	7	19	-	1,27	2,77	54
	60-80	Bw	1	54	8	37	129	-	-	-
	400	BC	1	61	19	19	-	-	-	-
LVer	0-20	A	2	70	6	22	-	1,23	2,73	55
	60-80	Bw	1	53	7	39	139	-	-	-
	400	BC	1	49	25	25	-	-	-	-
PVem	0-20	A	3	58	20	19	-	1,50	2,70	44
	20-40	AB	2	53	16	29	-	1,61	2,81	43
	60-80	Bt	2	49	19	30	230	-	-	-
PVelm	0-20	A	2	59	20	19	-	1,39	2,63	47
	20-40	BA	1	58	11	30	-	1,50	2,66	44
	60-80	Bt	1	57	11	31	200	-	-	-

(dominância de quartzo), apresentando valores ligeiramente superiores nos PVem, uma vez que estes são mais ricos em minerais pesados (vide caracterização mineralógica).

Da observação do Quadro 2 tem-se um padrão semelhante de distribuição de tamanho de partículas de areia para os solos, devendo-se ressaltar entretanto, as variações do perfil dessa distribuição. Os solos mostram teores muito baixos de areias grossas e muito grossas e, predomínio de areias finas - em torno de 50%. Nas AQd, cerca de 90% das areias se distribuem entre as classes média e fina, enquanto nos demais solos os teores de areia muito fina crescem consideravelmente. Nos LVam e LEam ainda há mais areias médias do que areias muito finas, enquanto nos LAar, LVer e Podzólicos as posições se intercambiam, sendo função da profundidade, no caso dos Latossolos. Assim, no horizonte superficial dos LAar e LVer as areias médias dominam em relação às areias muito finas, invertendo-se as posições a 4 m de profundidade.

As curvas de retenção de umidade (Figura 4) mostram especialmente a influência da textura dos solos, o que é reforçado pela visualização dos diagramas físico-hídrico-volumétricos (Figura 5), os quais ressaltam os estreitos limites de disponibilidade de água para as plantas.

Os diagramas também ressaltam a dominância de areias finas nesses solos, especialmente naqueles que têm teores de silte e argila muito baixos. Esse fato se torna importante quando se sabe que em solos com estas características, a contribuição da areia fina na retenção de água é substancial (MEDEIROS, 1977). Além de influenciar a retenção de água, teores elevados de areia fina podem

QUADRO 2 - Fracionamento da areia total dos solos estudados.

Classe de solo	Profundidade cm	Areia %				
		Muito grossa	Grossa	Média	Fina	Muito fina
AQd	0-20	0,04	1,96	41,20	46,10	6,10
	20-40	0,10	2,00	49,00	45,70	3,00
LVam	0-20	0,40	1,72	36,84	47,82	12,55
	60-80	0,02	0,90	29,00	52,90	17,00
LEam	0-20	0,08	1,10	28,94	51,94	18,39
	60-80	0,02	1,32	32,45	50,48	15,15
LAar	0-20	0,23	1,07	24,00	55,68	18,35
	60-80	0,41	1,03	20,85	54,17	23,13
	400	0,40	0,62	13,66	51,13	33,15
LVer	0-20	0,45	1,27	28,29	52,70	17,25
	60-80	0,53	1,09	26,23	51,82	18,82
	400	0,81	0,94	17,52	48,32	32,21
PVem	60-80	0,30	2,30	30,40	42,80	22,00
PVelm	60-80	0,27	0,88	19,80	53,24	25,11

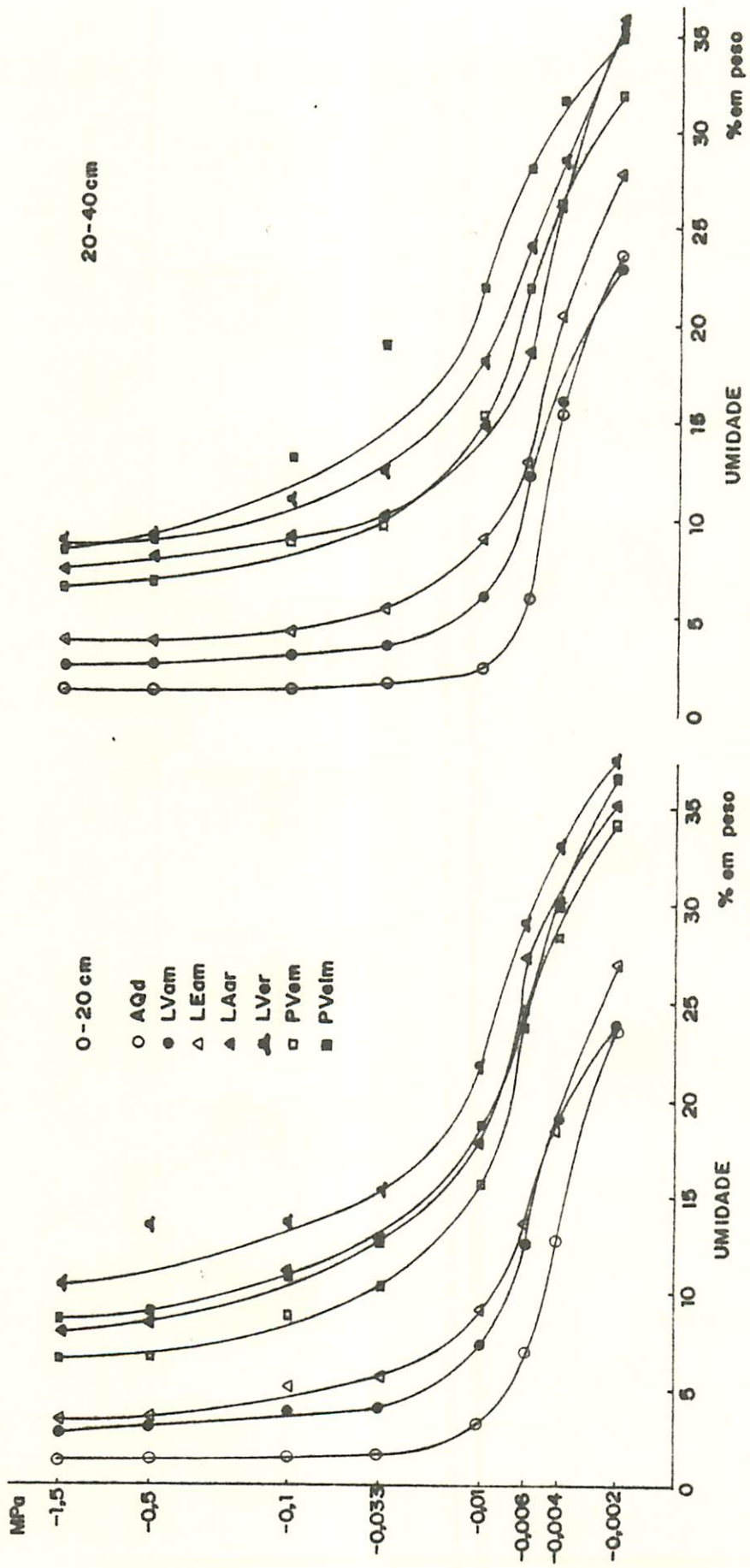


FIGURA 4 - Curvas de retenção de umidade dos solos estudados.

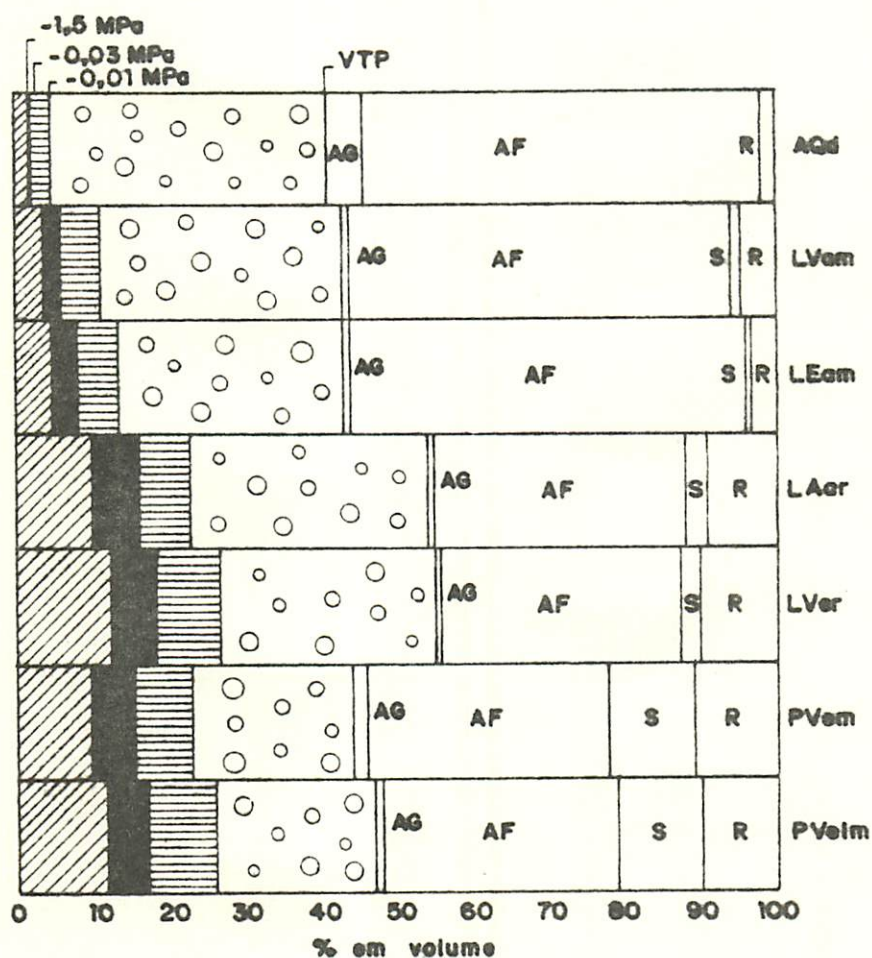


FIGURA 5 - Diagramas físico-hídrico-volumétricos dos solos estudados (profundidade de 0-20 cm).

produzir um maior empacotamento das partículas (RESENDE, 1982; RESENDE & REZENDE, 1983), favorecendo a formação de camadas compactadas com o uso intensivo de máquinas, particularmente sob condições de irrigação.

No ambiente das áreas de chapada, um aspecto peculiar em

relação ao comportamento e propriedades dos solos, é que embora esses solos tenham baixos teores de gibbsita e óxidos de ferro (particularmente o LA), sendo mais ricos em caulinita (vide caracterização mineralógica), a sua estrutura é tipicamente granular. Essa observação conflita com a idéia de que a estrutura granular está condicionada à maior riqueza do solo em óxidos de Fe e gibbsita (RESENDE, 1985; FERREIRA, 1988), devendo ser objeto de futuros estudos mais detalhados. Convém ressaltar que a textura desses solos é argilosa limítrofe para média.

Para os Vertissolos, o COLE (coeficiente de extensibilidade linear), o qual é uma estimativa do componente vertical de expansão de uma amostra de solo com estrutura natural indeformada, mostrou valores característicos de solos com dominância de esmectitas na fração argila (FRANZMEIER & ROSS, 1968) e indicam maior potencial de expansão do horizonte C (horizonte A: 0,08 e horizonte C: 0,11), o que é corroborado pela área superficial específica (Quadro 1).

Levando-se em consideração os aspectos físicos observados, o manejo desses solos, especialmente se feito sob irrigação - já que, em função do clima, esta é uma prática comum na área - exige cuidados especiais, particularmente no que se refere aos ambientes de terraço e dos patamares acima do terraço, onde se localizam as AqD e os Latossolos álicos de textura média. Nesses ambientes, a disponibilidade de água é ainda mais baixa, implicando em turnos de rega mais frequentes, objetivando a manutenção de níveis satisfatórios de água disponível, especialmente na camada superficial do solo (que seca mais rapidamente). O controle da quantidade de água

fornecida deve ser cuidadoso, de modo a se minimizar as perdas de nutrientes por lixiviação.

No ambiente das áreas dissecadas, os Podzólicos apresentam teores de areia fina ligeiramente mais baixos, mostrando em contrapartida teores mais elevados de silte, o que associado à existência de gradiente textural entre os horizontes A e Bt, e também, à sua significativa coesão natural, reduz significativamente a infiltração de água, aumentando a sua susceptibilidade à erosão, agravada ainda mais pelo relevo mais acidentado.

Deve ser ressaltado o grau de coesão dos LAar, que embora não sejam tão coesos como os Latossolos Amarelos típicos, o são bem mais que os demais solos estudados, com exceção dos Podzólicos. Essa característica implica em cuidados adicionais no manejo desses solos, especialmente sob irrigação, no sentido de impedir o secamento excessivo e com isso restringir o volume de solo passível de ser explorado pelas raízes das plantas.

No tocante ao ambiente de várzea, o comportamento físico dos Vertissolos é fator crítico para o seu uso e manejo. Durante a estação seca, o solo resseca e fendilha-se, provocando a ruptura de raízes e torna-se extremamente duro. Na estação chuvosa, com o reumedecimento, a massa do solo expande-se, tornando difícil o seu manejo pela sua elevada pegajosidade.

4.2. Caracterização química

O Quadro 3 mostra os resultados das análises de rotina de fertilidade dos solos estudados.

A influência do material de origem dos solos nessas propriedades é considerável. Dessa forma, os solos desenvolvidos sobre sedimentos argilo-arenosos e arenosos têm teores em cátions básicos e conseqüente saturação por bases bem menores do que aqueles dos solos influenciados por calcários, como é o caso dos LVer e dos Podzólicos, além dos Vertissolos, pela sua gênese.

Os teores de fósforo são baixos em todos os solos, inclusive nos Vertissolos, dada a pobreza dos materiais de origem, incluindo os calcários, nesse elemento. A origem inorgânica dos calcários que influenciaram esses solos explica a sua pobreza em fósforo. Esse aspecto torna necessária a adubação fosfatada corretiva nesses solos quando sob uso.

Nos Vertissolos, os valores de pH (5,5; 5,2) aparentemente contrastam com seus elevados teores de bases, sendo essa uma característica bastante comum de Vertissolos em regiões tropicais. Nesses casos, o H trocável parece desempenhar papel de maior influência do que em outras classes de solo (AHMAD, 1983). Smith, em comunicação pessoal ao autor citado, revela que as relações pH-Al trocável são diferentes para esta classe de solo (a pH 5,0 somente até 10% da CTC está saturada com Al) em comparação a outras classes (Ultissolos, Oxissolos ou Inceptissolos), nas quais até cerca de 70% da CTC está saturada com aquele cátion, naquelas condições de acidez.

Os teores de micronutrientes dos solos estudados(Quadro

QUADRO 3 - Complexo sortivo, carbono orgânico, pH e fósforo disponível dos solos estudados.

Classe de solo	Profundidade cm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	t	V	m	C org.	pH (1:2,5)		P disp.
		meq/100g							%			H ₂ O	KCl	ppm
Vr	0- 8	14,5	2,4	0,2	17,1	0,2	3,4	17,3	83	1	1,16	5,5	-	2
	8-20	12,0	2,8	0,3	15,1	0,2	3,8	15,3	79	1	1,28	5,2	-	3
AQd	0-20	1,2	0,5	0,06	1,8	0,1	1,1	1,9	60	5	1,38	5,5	4,6	3
	20-40	0,1	-	0,02	0,1	0,1	0,6	0,2	15	45	0,35	5,7	4,6	2
LVam	0-20	0,8	0,5	0,03	1,3	0,2	0,8	1,5	57	13	0,26	5,4	4,6	2
	60-80	0,1	-	0,01	0,1	0,4	0,6	0,5	10	78	0,11	5,2	4,4	2
LEam	0-20	0,5	0,3	0,03	0,8	0,3	0,5	1,1	51	26	0,42	5,3	4,4	2
	60-80	0,1	-	0,02	0,1	0,5	0,8	0,6	15	81	0,14	5,0	4,3	1
LAar	0-20	1,3	0,4	0,13	1,8	0,3	2,0	2,1	49	14	1,23	5,3	4,3	2
	60-80	0,5	0,2	0,02	0,7	0,7	0,9	1,4	31	50	0,64	5,2	4,2	1
LVer	0-20	2,4	1,0	0,16	3,6	0,2	2,5	3,8	57	5	1,27	5,6	4,6	2
	60-80	2,0	0,6	0,03	2,6	0,3	0,8	2,9	71	10	0,22	5,4	4,4	2
PVem	0-20	10,2	1,9	0,49	12,8	0,1	1,2	12,9	91	1	1,50	6,3	5,6	2
	60-80	10,0	1,2	0,28	11,6	0,1	0,6	11,7	94	1	0,64	6,7	5,6	2
PVelm	0-20	6,8	1,8	0,24	8,9	0,1	1,9	9,9	76	1	1,61	6,0	5,2	3
	60-80	3,6	1,3	0,04	4,9	0,1	0,9	5,0	83	2	0,14	6,6	5,3	2

4) acompanham as tendências já delineadas anteriormente. Assim, os solos que sofreram alguma influência de calcário (ROMEIRO, 1987) e os Vertissolos mostram valores mais elevados de Zn, Cu e Mn.

QUADRO 4 - Zinco (Zn), Cobre (Cu), Ferro (Fe) e Manganês (Mn) dos solos estudados.

Classe de solo	Profundidade cm	Zn	Cu	Fe		Mn
				ppm		
Vr	0- 8	1,83	1,80	233,00		54,50
	8-20	0,40	0,80	18,40		6,30
AQd	0-20	0,52	0,20	18,80		20,70
	20-40	-	0,40	30,30		0,70
LVam	0-20	-	-	27,10		15,00
	60-80	-	-	30,30		0,50
LEam	0-20	-	-	40,95		8,70
	60-80	-	-	27,40		1,70
LAar	0-20	0,15	0,34	32,10		20,70
	60-80	-	0,10	6,90		4,60
LVer	0-20	0,75	0,20	14,40		26,30
	60-80	-	0,30	13,00		4,90
PVem	0-20	2,20	0,30	4,10		103,60
	60-80	0,35	0,35	10,80		42,40
PVelm	0-20	1,38	0,30	4,00		39,50
	60-80	-	0,50	7,90		9,60

Os teores de óxidos extraídos pelo ataque sulfúrico (Quadro 5) também variam em função dos materiais de origem dos solos. Assim, nas AQd, os teores são baixos dada à absoluta predominância da fração areia, constituída essencialmente de quartzo. A pequena variação dos teores em profundidade evidencia a homogeneidade química desses materiais de solo. Os Latossolos de textura média (LVam e LEam) apresentam valores um pouco mais elevados - têm um pouco mais de argila - mas mostram a mesma tendência, inclusive com os índices Ki e Kr evidenciando a considerável homogeneidade do material de origem, pelo menos até 4 m de profundidade.

Nos Latossolos argilosos os teores dos óxidos extraídos pelo ataque sulfúrico aumentam em profundidade e são maiores nos LVer, o que pode ser explicado pela influência do calcário, especialmente em relação aos teores de Fe_2O_3 que são 64 a 104% maiores, em concordância com os dados de MEDEIROS (1977). Mesmo sendo os calcários pobres em ferro, a concentração residual desse elemento proveniente de minerais acessórios - magnetita e clorita (vide caracterização mineralógica) - aliada ao elevado pH no ambiente de intemperismo e pedogênese, o qual promove a imediata precipitação desse elemento na forma de óxidos, faz com que praticamente todo o ferro fique preso no sistema. Sendo a drenagem interna nesses ambientes muito elevada, eles são mais secos e favorecem a precipitação de hematita ao invés de goethita, explicando dessa forma, as cores mais vermelhas desses solos.

Os solos Podzólicos acompanham as mesmas tendências dos Latossolos argilosos no que se refere às variações dos teores de Fe_2O_3 , evidenciando a maior ou menor influência de calcário no seu

QUADRO 5 - Teores de óxidos extraídos pelo ataque sulfúrico e índices Ki e Kr dos solos estudados.

Classe de solo	Profundidade cm	Ataque sulfúrico					Ki	Kr
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅		
		%						
AQd	20-40	1,8	4,1	0,3	0,13	-	0,75	0,71
	400	2,2	4,3	0,5	0,11	n.d. ¹	0,87	0,81
LVam	60-80	5,0	7,1	1,7	0,28	-	1,2	1,0
	400	6,0	8,9	2,8	0,38	n.d.	1,1	1,0
LEam	60-80	4,7	6,1	2,2	0,26	-	1,3	1,1
	400	6,1	8,4	2,0	0,34	n.d.	1,2	1,1
LAar	60-80	14,2	13,4	2,5	0,65	-	1,8	1,6
	400	17,8	16,2	2,6	0,69	n.d.	2,0	1,7
LVer	60-80	16,4	16,2	4,1	0,67	-	1,7	1,5
	400	21,9	19,2	5,3	0,76	n.d.	1,9	1,7
PVem	60-80	16,9	13,1	5,5	0,58	0,02	2,2	1,7
PVelm	60-80	15,8	15,2	2,8	0,52	-	1,8	1,6

¹/ n.d. = não determinado.

material de origem. Assim o PVem, um solo mais intemperizado e com maior contribuição de sedimentos em sua formação, mostra um teor de Fe₂O₃ bem inferior.

Em síntese, pode-se afirmar que as propriedades químicas

cas desses solos, em especial os teores de óxidos de ferro extraídos pelo ataque sulfúrico, evidenciam as diferenças entre materiais de origem, notadamente entre os sedimentos e os calcários. Mais ainda, é interessante observar que, as diferenças entre os materiais sedimentares são ressaltadas, se distinguindo principalmente os sedimentos correlacionáveis à sedimentação Barreiras do Terciário, que influenciaram os Latossolos argilosos do ambiente das áreas de chapada daqueles sedimentos extremamente maduros (textural e mineralogicamente), que originaram as Areias Quartzosas do ambiente das áreas de terraço.

4.3. Caracterização mineralógica

A - Fração grosseira

A caracterização mineralógica da fração grosseira (Quadro 6) mostrou absoluto predomínio de minerais leves em todos os solos e, entre esses, o quartzo, normalmente hialino, é dominante (Apêndice A). Teores ligeiramente maiores de minerais pesados ($d > 2,97$) são observados nos solos que têm influência de calcário em maior ou menor grau.

Nas Areias Quartzosas dos terraços, o grau de arredondamento (partículas arredondadas e bem arredondadas), a uniformidade de tamanho das partículas e a absoluta dominância de quartzo, evidenciam uma elevada maturidade textural e mineralógica do sedimen-

QUADRO 6 - Caracterização mineralógica qualitativa das frações areia dos solos estudados.

Classe de solo	Profundidade —— cm ——	Areia fina		Areia grossa	
		Minerais		Minerais	
		Leves	Pesados	Magnéticos	Não mag.
% —————					
AQd	20-40	99,98	0,02	0,06	99,94
	400	99,97	0,03	0	100
LVam	60-80	99,98	0,02	tr	100
	400	99,98	0,02	0	100
LEam	60-80	99,96	0,04	0,41	99,59
	400	99,95	0,05	0	100
LAar	60-80	99,97	0,03	0,07	99,93
	400	99,97	0,03	0	100
LVer	60-80	99,86	0,14	0,39	99,61
	400	99,93	0,07	0,15	99,85
PVem	60-80	99,87	0,13	4,17	95,83
PVelm	60-80	99,95	0,05	0,92	99,08

to que originou esses solos (SUGUIO, 1973).

Além do quartzo, no resíduo leve são encontradas concreções argilosas, argilo-arenosas e arenosas. Os grãos de quartzo são mais arredondados nas AQd e mais arestados nos Podzólicos, especi-

almente nos PVem, onde também são menos frequentes na areia grossa (70%). É comum nos PVem, LEam e LVer a presença de películas descontínuas de óxidos de ferro revestindo a superfície dos grãos de quartzo, o que ocorre também nas AQd e nos LVam, restrita porém às profundidades de 20-40 e 60-80 cm, respectivamente, ou seja, nos horizontes relativamente mais superficiais desses solos.

No resíduo pesado das areias finas encontram-se concreções metálicas, magnéticas ou não, minerais opacos não magnéticos (ilmenita e rutilo), zircão e concreções manganosas. Nos LVer e nos Podzólicos o resíduo pesado é essencialmente constituído de minerais magnéticos.

Entre os minerais magnéticos separados e identificados na areia grossa têm-se magnetita e grãos de quartzo com incrustações de magnetita, ou com películas avermelhadas. Estas películas avermelhadas, observadas apenas na amostra de 60-80 cm dos LEam, provavelmente são de maghemita, já que há evidência de sua presença na fração argila deste solo (Apêndice B).

A mineralogia da fração grosseira dos Podzólicos, mostrou quantidades substancialmente maiores de minerais magnéticos, especialmente nos PVem. A fração magnética dos PVem é essencialmente constituída de magnetita pura ou na forma de concreções e/ou incrustações em grãos de quartzo. O resíduo pesado da areia fina consiste basicamente de minerais opacos, com raros cristais de zircão, concentrados na fração muito fina. A fração areia grossa dos PVem tem quartzo como mineral dominante (70%), apresentando abundantes concreções metálicas, ilmenita e rutilo, enquanto nos PVelm o número de concreções é bem menor, ocorrendo também concreções argilo -

sas. O quartzo é normalmente hialino, mormente manchado por óxidos de ferro e é mais arredondado do que aquele dos PVem. Na fração areia fina o quartzo tem tamanho muito menor nos PVelm do que nos PVem e é o constituinte básico da fração. Já nos PVem os grãos de quartzo são mais comumente manchados por óxidos de ferro e são frequentes os minerais opacos: ilmenita, rutilo, concreções metálicas e magnetita. Essas observações evidenciam diferenças no material de origem dos dois Podzólicos.

Nas frações areia grossa e areia fina dos materiais dos Latossolos argilosos (LAar e LVer), coletados a 4 m de profundidade, observou-se grande quantidade de agregados argilo-arenosos avermelhados, consistindo de material não desagregado nos processos de dispersão. Como todos os materiais de solo receberam o mesmo tratamento e foram analisados conjuntamente, depreende-se que esses agregados apresentam maior estabilidade, conferida provavelmente por processos sedimentares.

Esse aspecto reforça a idéia de que os Latossolos argilosos e os Latossolos de textura média se desenvolveram sobre materiais de origem diferentes, configurando distintos episódios de sedimentação, os quais tiveram necessariamente um caráter textural diferente. A predominância absoluta de quartzo nas areias dos solos também reforça essa constatação, descartando a idéia de que os Latossolos argilosos tenham se desenvolvido a partir do mesmo material de origem dos Latossolos de textura média, por um intemperismo mais intenso e/ou prolongado.

Apesar da dominância de quartzo nas areias dos solos estudados as variações observadas em termos de distribuição de tama-

nho de partículas, grau de arredondamento e aspectos de superfície, corroboram as diferenças dos materiais sedimentares. Percentagens maiores de minerais pesados na areia fina e de minerais magnéticos são encontradas nos solos mais fortemente influenciados por rochas carbonáticas.

A utilização da mineralogia da fração grosseira para avaliação da homogeneidade do material de origem do solo (DEMATTE, 1978; TREMOCOLDI, 1982; LORANDI, 1982), especialmente da assembléia de minerais pesados não subsidiou conclusões importantes, possivelmente dada a natureza heterogênea dos materiais de origem. Entretanto, outros parâmetros que não a mineralogia, relacionados à forma, aspectos de superfície e distribuição de tamanho de partículas de quartzo parecem bons indicadores de diferenças entre esses materiais sedimentares.

B - Fração argila

Os resultados da caracterização mineralógica da fração argila dos solos estudados são apresentados nas Figuras 6, 7 e 8, sintetizados no Quadro 7 e complementados no Apêndice B.

Os solos estudados são predominantemente cauliniticos. Os teores de gibbsita são tão baixos que não são nem sequer acusados nos difratogramas de raios X (Figura 6). Isso pode ser explicado pela presença de quartzo na areia fina e na argila desses solos, que, mesmo lentamente, libera sílica para a solução, favorecendo caulinita e inibindo a formação de gibbsita (KÄMPF, 1971; GOEDERT et alii, 1986; ESPÍNDOLA & CARVALHO, 1986). Os baixos teores de Fe

QUADRO 7 - Caulinita (Ct), Gibbsita (Gb), Quartzo (Qz), Anatásio (An), Argilominerais 2:1 (Esmectita - Em; Vermiculita - Vm; Mica - Mi)(2:1), Goethita (Gt), Hematita (Hm) e Maghemita (Mh), identificados e quantificados (ou não), na fração argila dos solos estudados.

Classe de solo	Profundidade — cm —	Ct	Gb	Qz	An	2:1 (Em, Vm, Mi) %	Gt	Hm	Mh
Vr	0- 8	x ¹	-	x	x	x	-	-	-
	8-20	x	-	x	x	x	-	-	-
AQd	20-40	60	2	x	x	-	7	-	-
	400	51	2	x	x	-	8	-	-
LVam	60-80	70	2	x	x	-	15	-	-
	400	68	4	x	x	-	16	-	-
LEam	60-80	64	3	x	x	-	11	4	x
	400	59	3	x	x	-	11	5	x
LAar	60-80	49	2	x	x	-	5	-	-
	400	60	tr	x	x	-	4	-	-
LVer	60-80	54	3	x	x	-	11	1	-
	400	49	3	x	x	-	11	tr	-
PVem	60-80	42	2	x	x	x	9	2	-
PVelm	60-80	59	2	x	x	-	6	1	-

1/ x = identificado, porém não quantificado.

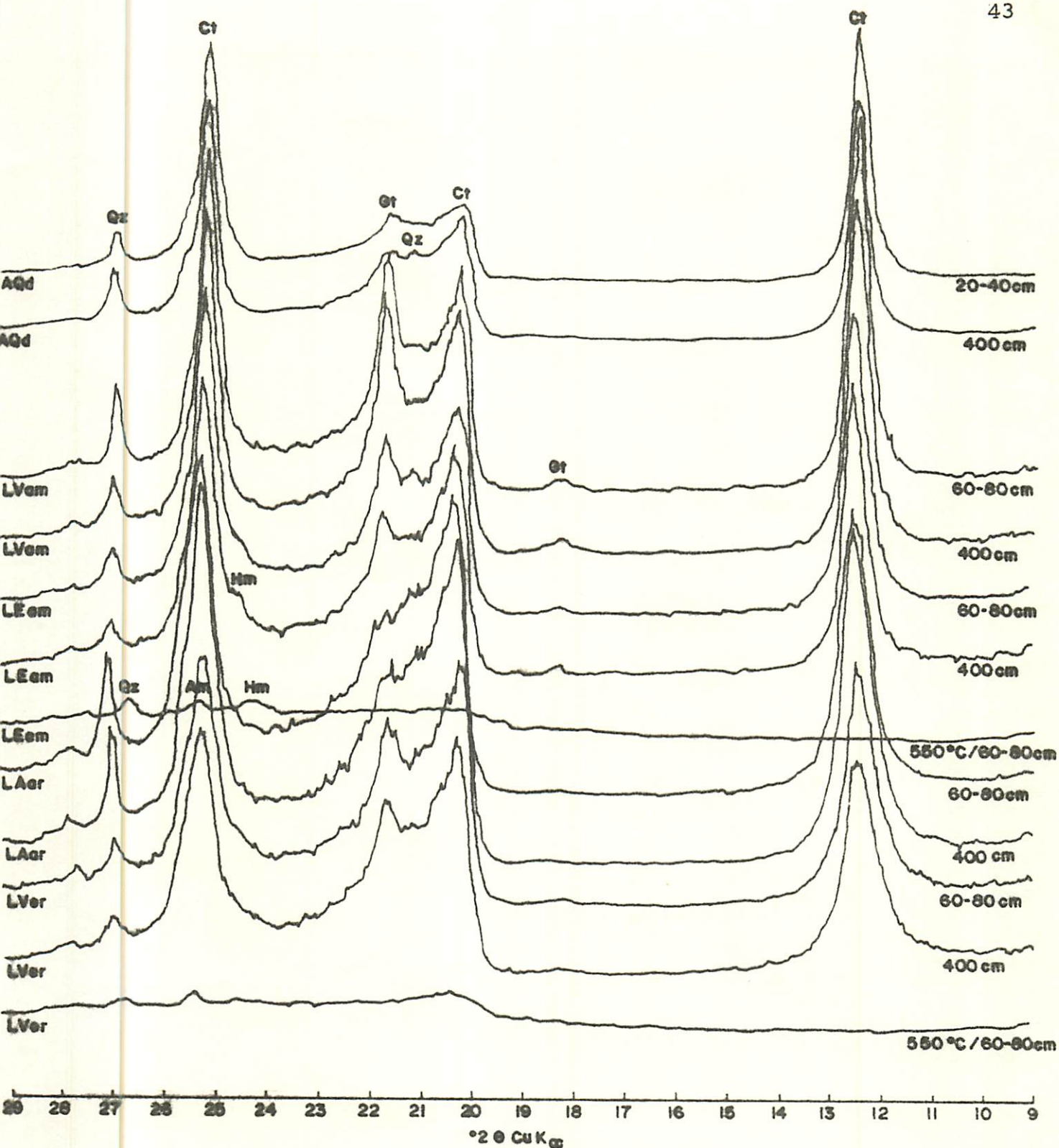


FIGURA 6 - Difratoqramas de raios X (tubo de cobre) da fração argi-
la dos solos estudados (método do pó), sem pré-tratamen-
to.

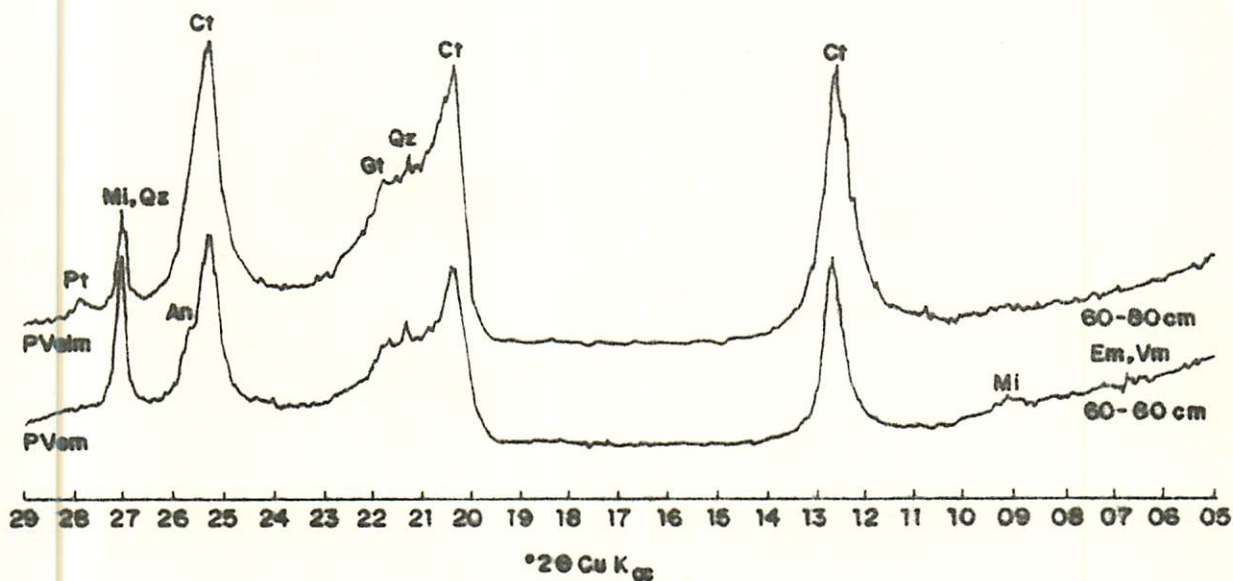


FIGURA 7 - Difratoigramas de raios X (tubo de cobre) da fração argila (método do pó), sem pré-tratamento, dos solos Podzólicos.

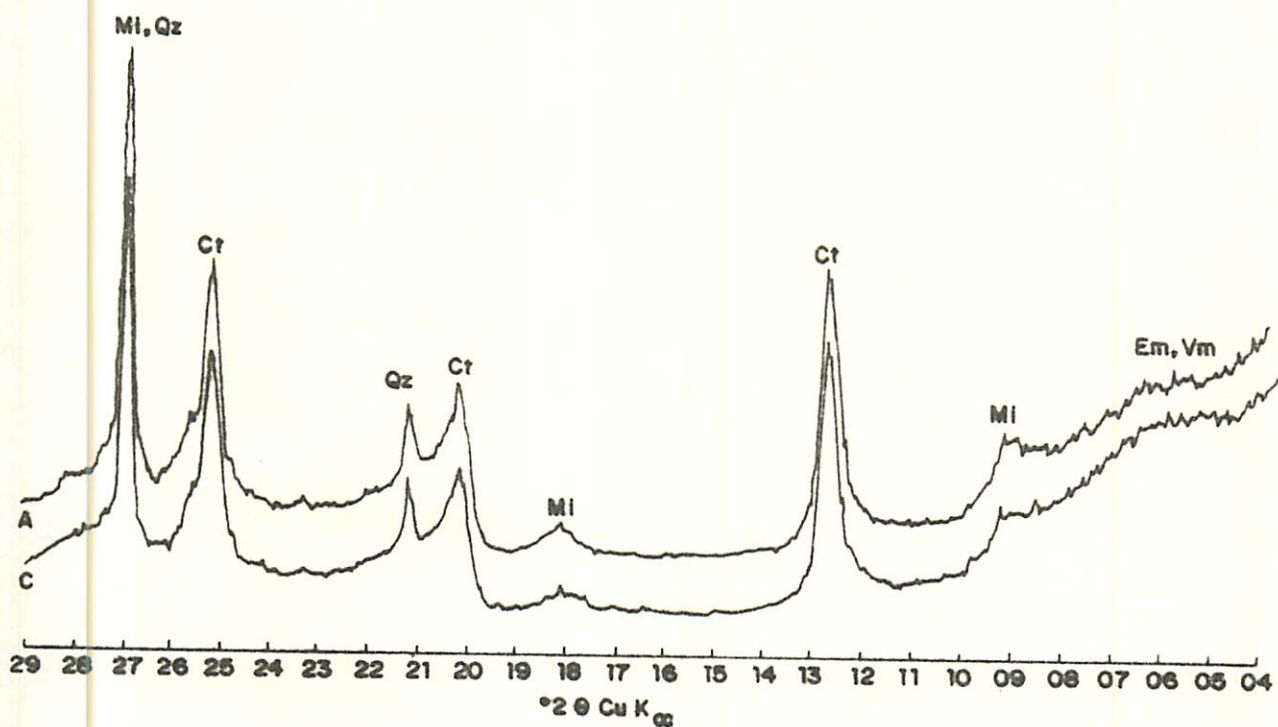


FIGURA 8 - Difratoigramas de raios X (tubo de cobre) da fração argila (método do pó), sem pré-tratamento, dos Vertissolos.

e Ti no solo (Quadro 5) também são fatores favoráveis à estabilidade de da caulinita (MURRAY & LYONS, 1960).

No ambiente relacionado aos patamares acima dos terraços, os maiores teores de caulinita dos LVam(pedofoma mais cônica) parecem estar relacionados a uma drenagem mais restringida. Assim, conforme observado por CURI & FRANZMEIER (1984), em condições hídricas ústicas, ambientes localmente mais úmidos mostram maior crescimento de plantas e maior produção de matéria orgânica, não havendo entretanto, maior retenção de matéria orgânica em subsuperfície. Assim, devido à maior atividade biológica, há um favorecimento da síntese de caulinita pela presença de matrizes específicas (complexos Al - compostos orgânicos) (LINARES & HUERTAS, 1971; HEM & LIND, 1974; RESENDE, 1976).

Os Podzólicos Vermelho-Amarelos senso estrito e os Vertissolos mostram uma variedade mineralógica superior aos demais solos (Figuras 7, 8 e Quadro 7). Nesses solos é detectada a presença de argilominerais 2:1 (esmectita e/ou vermiculita e mica), sendo que a ausência de tratamentos no material dessa fração não permitiu maior detalhamento do sistema esmectita-vermiculita.

Em relação à cor, teores de ferro e mineralogia dos óxidos de ferro, apresentados no Quadro 8, algumas interrelações podem ser observadas.

Nos Latossolos de textura média, o avermelhamento da cor é essencialmente função da distribuição diferencial de hematita e goethita, já que os teores de ferro são similares. O pedoambiente dos LEam diferencia-se na medida em que possibilita a forma -

QUADRO 8 - Cor do solo, Fe extraído pelo ditonito-citrato-bicarbonato de sódio (Fe_d), mineralogia e caracterização dos óxidos de ferro na fração argila dos solos estudados.

Classe de solo	Profundidade — cm —	Cor úmida do solo	Fe_d —	Gt %	Hm —	Substituição i- somórfica em Al (mol Al %)	
						Gt	Hm
AQd	20-40	2,5Y 5/4	4,0	7	-	19	-
	400	10YR5/6	4,5	8	-	17	-
LVam	60-80	10YR5/8	7,6	14	-	18	-
	400	9YR5/8	8,1	15	-	23	-
LEam	60-80	2,5YR3/6	7,8	11	4	31	12
	400	2,5YR3/6	9,1	11	5	26	10
LAar	60-80	10YR5/8	2,6	5	-	14	-
	400	7,5YR5/8	2,4	4	-	20	-
LVer	60-80	5YR4/6	6,5	11	1	24	16
	400	5YR5/8	6,1	11	tr	18	12
PVem	60-80	5YR3/4	6,5	9	2	13	7
PVelm	60-80	5YR4/6	3,7	6	1	19	12

ção de hematita (ao invés de somente goethita, como nos LVam), causando considerável avermelhamento do solo, mesmo sendo baixos seus teores. De todo modo, é bastante conhecido o extraordinário poder pigmentante da hematita, onde apenas 1% da mesma, finamente pulverizada, resulta em coloração vermelha do solo (SCHEFFER et alii, 1958; RESENDE, 1976). A diferença de cor observada entre esses dois solos, que de resto mostram propriedades similares, pode ser explicada pela pedoforma, que nas áreas de solos amarelos é mais côncava ao passo que nas áreas de solos vermelhos é ligeiramente convexa. A variação de pedoforma observada pode ser devido à existência de rocha calcária subjacente, em grandes profundidades, que possibilitaria a formação de dolinas, se traduzindo em superfície por abaciamentos amplos. A presença de calcário é corroborada pela ocorrência localizada de Planossolos eutróficos em áreas próximas mais rebaixadas (CURI et alii, 1986).

Nessas condições, pode-se aventar a possibilidade de uma drenagem mais restringida, que mantém um ambiente mais úmido e menos aerado, favorecendo a goethita em detrimento da hematita (RESENDE, 1976; CARMO et alii, 1984; OLIVEIRA et alii, 1989). No ambiente mais úmido (LVam) há a complexação do Fe pelos compostos orgânicos, impedindo a formação de ferrihidrita (precursor necessário à formação de hematita - SCHWERTMANN, 1969; SCHWERTMANN & TAYLOR, 1977) e, dessa maneira, de hematita; assim formar-se-ia somente goethita (KÄMPF & SCHWERTMANN, 1983). A substituição em Al na goethita (mais baixa nos LV em comparação aos LE, Quadro 8), corrobora a hipótese do ambiente mais "hidromórfico" no primeiro caso (FITZPATRICK & SCHWERTMANN, 1982). Por outro lado, o menor grau de

umidade condiciona uma temperatura média mais elevada nos LE (posição mais elevada na paisagem), o que favorece a desidratação de ferrihidrita em hematita (KÄMPF & SCHWERTMANN, 1983; SCHWERTMANN, 1988). A possibilidade de se ter hematita herdada no LE não encontra suporte já que a hematita tem considerável substituição em Al, o que não ocorre na mesma proporção na hematita litogênica (DEER et alii, 1962).

É interessante ressaltar a presença de hematita nos solos com matiz 5YR, o que vem reforçar a observação generalizada de que solos amarelos não têm hematita, enquanto os solos vermelhos a têm, além de goethita (KÄMPF et alii, 1988). Esse aspecto também concorda com a sugestão desses autores de se considerar três classes de cor para Latossolos, ao invés de duas (goethítica e hematítica), levando em conta a proporção de hematita e goethita e, com isso, aumentando o potencial informativo (taxonômico e/ou interpretativo) da cor.

Os valores da intensidade de substituição em Al nas goethitas e hematitas nos solos com horizonte B latossólico estão de acordo com os intervalos de valores encontrados para os Latossolos brasileiros (KÄMPF et alii, 1988). A proporção de substituição em Al das goethitas nesses sistemas é mais alta em comparação com as hematitas, o que é consonante com os dados apresentados na literatura (RESENDE, 1976; BIGHAM et alii, 1978; KÄMPF, 1981; CURI, 1983; SCHWERTMANN & KÄMPF, 1985; DICK, 1986; LIMA, 1987; MARQUES JÚNIOR, 1988).

No pré-tratamento da fração argila com NaOH 5M para concentração de óxidos de ferro (KÄMPF & SCHWERTMANN, 1982a), através

da destruição de caulinita e gibbsita, não ocorreu a destruição total da caulinita como pode ser observado na maioria dos difratogramas apresentados no Apêndice B. A eficiência desse pré - tratamento para diferentes solos brasileiros prescinde, dessa forma, de mais estudos.

C - Rocha calcária

Os calcários observados e coletados na área de estudo têm coloração esbranquiçada e amarelada, estrutura fragmentária, aspecto terroso e são muito friáveis quando já estão parcialmente intemperizados.

A observação da lâmina de calcário ao microscópio petrográfico revelou uma rocha de textura fina e uniforme, essencialmente calcítica, cortada por veios de calcita recristalizada mais grosseira. Imersos na matriz calcítica fina, são comuns fragmentos clásticos subarredondados de quartzo, além da presença esparsa de cristais de magnetita e de outros minerais opacos, inclusive alguns agregados argilosos.

O difratograma de raios X da rocha calcária (Figura 9) revelou calcita, quartzo, mica, clorita e feldspato, composição esta semelhante àquela encontrada por MEDEIROS (1977) para a região da Jaíba, norte de Minas Gerais. A principal diferença refere-se à presença de vermiculita naquele caso, que não foi aqui identificada, tendo o sido a clorita, que não ocorre naquele caso. Tais diferenças podem ser atribuídas aos processos de remobilização do calcário Bambuí (Jaíba) em calcário Caatinga (presente caso).

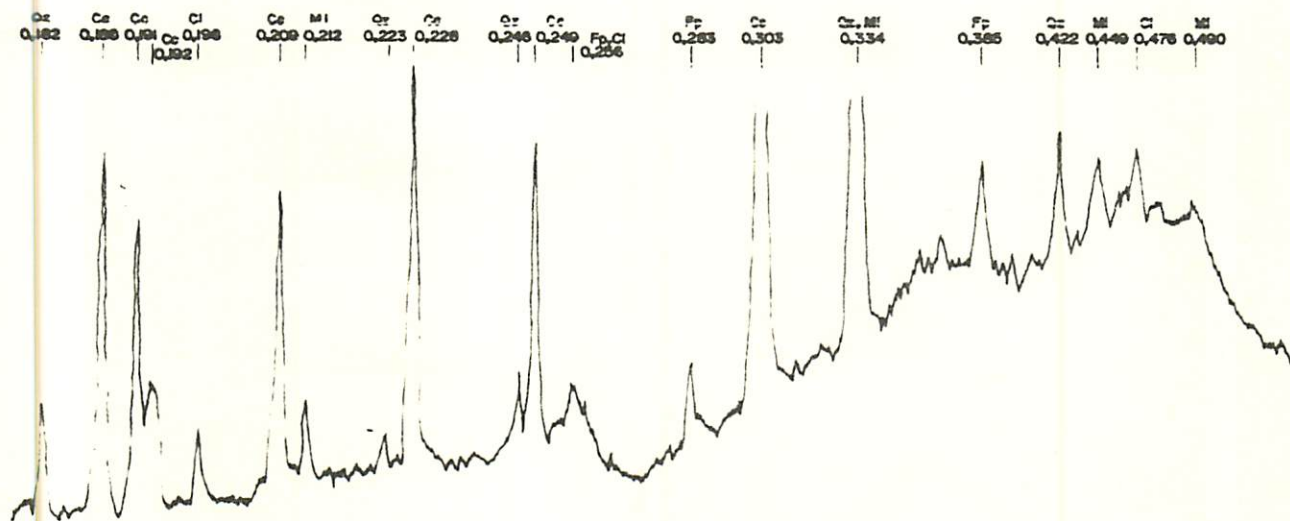


FIGURA 9 - Difratoograma de raios X (tubo de cobalto) da rocha calcária (método do pó) ocorrente nas áreas do 5º ambiente. Qz = quartzo; Cc = calcita, Cl = clorita, Mi = mica, Fp = feldspato; espaçamento d em nanômetros.

4.4. Ambientes geopedológicos

Na área estudada, o material de origem, o relevo (controlador essencial do tempo de exposição ao intemperismo) e a geomorfologia considerados de forma integrada, têm contribuição efetiva na explicação das propriedades e características das classes

de solo identificadas e analisadas.

Através da síntese e interpretação do meio físico, inter-relacionando-se elementos de geologia, pedologia e geomorfologia, estabeleceram-se relações geopedológicas, que permitiram a estratificação da área em ambientes geopedológicos. Foram estudados e analisados diversos atributos do ambiente, enfatizando-se aqueles de fácil identificação no campo, que foram relacionados às variações locais de cada ambiente.

Por meio das relações geopedológicas observadas na área estudada puderam ser individualizados cinco ambientes geopedológicos.

O primeiro ambiente corresponde às áreas de várzea, constituindo-se de baixadas periodicamente inundadas, onde ocorrem predominantemente Vertissolos, desenvolvidos sobre sedimentos recentes de natureza multivariada. São sedimentos ricos, uma vez que os rios cortam áreas calcárias, que originam solos de elevada fertilidade, em uma posição estável da paisagem, onde as frequentes adições e o pouco tempo de exposição, em um sistema fechado, têm importante influência nos seus aspectos físicos, químicos e mineralógicos. Em termos de caracterização, foram destacados os Vertissolos pela sua notável expressão geográfica local.

O segundo ambiente corresponde às áreas de terraço, com relevo plano, onde ocorrem Areias Quartzosas, desenvolvidas sobre sedimentos arenosos de idade quaternária, maduros textural e mineralogicamente.

O terceiro ambiente refere-se aos patamares localizados

acima dos terraços, com relevo plano e suave ondulado, onde ocorrem Latossolos de textura média, desenvolvidos de sedimentos arenos argilosos terciário-quaternários. As variações da pedofoma nos solos desse ambiente condicionam uma variação de cor, de forma a se terem duas classes de solo - LV e LE. Excetuando-se a variação de cor que se deve a uma distribuição diferencial de hematita e goethita, sendo os teores de ferro similares - as demais características dos solos são muito semelhantes, resultando em um mesmo potencial agrícola, de forma que a relação geopedológica (material de origem x solo x geomorfologia) não justifica qualquer subdivisão significativa do ambiente.

No quarto ambiente ocorrem duas classes de Latossolos argilosos - LA e LV - situados na mesma superfície geomórfica (chapada). Como existem diferenças no material de origem desses solos, e conseqüentemente nas suas propriedades, embora a superfície geomórfica seja muito característica e assim mais efetiva na estratificação ambiental geral, optou-se pela subdivisão desse ambiente. Dessa forma, tem-se os subambientes de ocorrência de LA e LV diferenciados em função da variação dos materiais de origem que consistem de sedimentos argilo-arenosos terciário-quaternários no primeiro caso e, de sedimentos associados a calcários no segundo caso. A influência da rocha carbonática nos LV promove uma significativa variação de suas propriedades físicas, químicas e mineralógicas em relação às dos LA, determinando, dessa forma, uma relação geopedológica diferenciada, que justifica e torna necessária a subdivisão do ambiente.

As áreas dissecadas em forma de calhas suaves constitu-

em o quinto ambiente, onde se têm Podzólicos desenvolvidos sobre calcários, com maior ou menor influência de sedimentos argilo-arenosos. A posição na paisagem - áreas dissecadas, com relevo suave ondulado - é característica e permite uma pronta identificação e distinção desse ambiente. Sendo assim, a relação geopedológica - áreas de relevo mais movimentado, com influência pronunciada de litologias calcárias subjacentes, originando solos de elevada fertilidade natural - é bem caracterizada, justificando a individualização desse ambiente. A presença de "barriguda" - Cavalinesia arbo - rea - na vegetação original e a elevada coesão natural desses solos reforçam esta relação geopedológica.

Nesse contexto, os atributos do solo de fácil identificação e pronta visualização no campo (RESENDE & REZENDE, 1983), como textura, cor, pedoforma, grau de coesão e fertilidade, geral, traduzida por algumas características da vegetação natural, além de outros atributos do ambiente, como a presença ou não de afloramentos de rocha, distinguem e individualizam os ambientes geopedológicos e têm suas variações coerentemente explicadas pela compartimentação geomorfológica da área, pelo relevo local, o qual controla o tempo de exposição dos materiais ao intemperismo e as taxas pedogênese/erosão e, pelas variações do material de origem. Esses atributos foram fundamentais para a estratificação e individualização dos ambientes geopedológicos, reafirmando observações feitas por RESENDE (1976), MEDEIROS (1977), ALMEIDA (1979), CURI (1983), RESENDE & REZENDE (1983), CARMO et alii (1984) e CORREA (1984), entre outros.

Do anteriormente exposto e visualizando-se o bloco dia-

grama esquemático da área estudada (Figura 3), fica claramente ressaltado o gradiente de textura - mais grosseira para mais fina - com o aumento da altitude ou com o distanciamento do rio, evidenciando episódios distintos de sedimentação, de caráter textural diferenciado. A natureza local do material de origem predominante - sedimentos arenosos, areno-argilosos e argilo-arenosos - produz solos quimicamente pobres. Os solos são mais ricos, onde a paisagem é mais movimentada e houve dissecação, possibilitando a contribuição e influência das litologias carbonáticas subjacentes, ou em posições inundáveis pelo rio Corrente, havendo adições periódicas de material.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Na região Nordeste do Brasil existem extensas áreas que apresentam considerável potencial agrícola sob o ponto de vista dos solos e do relevo. Apresentam entretanto, limitações climáticas no tocante ao volume e, principalmente, à má distribuição das precipitações pluviométricas. Essas limitações são atenuadas pelo potencial hidrográfico da área, que favorece a prática de irrigação.

Constata-se entretanto a carência de trabalhos detalhados de solos, uso e manejo, tornando necessária a realização de estudos básicos, de modo a se estabelecerem relações mais íntimas dos solos com os demais componentes do meio-ambiente e assim possibilitar um melhor planejamento de uso da terra, além de assegurar uma efetiva transferência de conhecimentos.

A área estudada, localizada no sudoeste do estado da Bahia, à margem esquerda do rio São Francisco, insere-se nesse contexto. Este trabalho objetivou o entendimento integrado da gênese do solo, por meio da síntese e interpretação do meio físico, interrelacionando-se elementos de geologia, pedologia e geomorfologia, resultando em relações geopedológicas que possibilitaram a estrati

ficação da área em ambientes geopedológicos. Para isso, foi inicialmente realizado um trabalho de campo, onde foram delineados os ambientes e feita a amostragem de solos, materiais e rochas de origem, para determinações físicas, químicas e mineralógicas em laboratório.

Dessa forma, foram identificados e caracterizados cinco ambientes geopedológicos. No ambiente de várzeas, ocorrem solos eutróficos - principalmente Vertissolos - desenvolvidos sobre sedimentos recentes. No ambiente de terraços, ocorrem Areias Quartzosas distróficas originadas de sedimentos arenosos maduros. O terceiro ambiente refere-se aos patamares localizados acima dos terraços, com relevo plano e suave ondulado, onde existem Latossolos álicos de textura média, relacionados a sedimentos areno-argilosos. As áreas de chapada compõem o quarto ambiente, subdividido em dois, em função da variação do material de origem. Nas áreas com influência de calcário, têm-se Latossolos Vermelho-Amarelos eutróficos argilosos, enquanto nas áreas exclusivamente influenciadas por sedimentos, desenvolvem-se Latossolos Amarelos álicos argilosos. O quinto ambiente relaciona-se às áreas dissecadas, com relevo suave ondulado, onde se encontram Podzólicos desenvolvidos sobre calcários, com maior ou menor influência de sedimentos argilo-arenosos.

A partir das observações de campo, dos dados de laboratório e de sua interpretação conjunta, puderam ser tiradas as seguintes conclusões:

- as relações geopedológicas, como resultado da integração e inter-relacionamento de aspectos geológicos, pedológicos e geomorfológicos, subsidiaram efetivamente a delimitação de ambien-

tes e subambientes geopedológicos na área estudada;

- os atributos do solo de fácil identificação e pronta visualização no campo, como a textura, cor, pedoforma, grau de coesão e fertilidade geral, traduzida por algumas características da vegetação original, além de outros como a presença de afloramentos de rocha, foram fundamentais para a estratificação da área em ambientes e subambientes geopedológicos;

- os fatores críticos intervenientes nos processos pedogenéticos são o material de origem, o relevo e a geomorfologia, os quais considerados de forma integrada explicam as propriedades e características das classes de solo. A cor, textura e grau de coesão são conseqüências da atuação desses fatores e covariam com diversas propriedades do solo, permitindo dessa forma, a sua utilização para uma segura e eficiente transferência de conhecimentos para sistemas similares;

- a estratificação da área em ambientes geopedológicos possibilita a avaliação da qualidade do ambiente, isto é, seu potencial e suas limitações, identificando relações de causa e efeito - numa abordagem geopedológica - e, principalmente, os mecanismos que regem essas relações, subsidiando a fixação de bases para estabelecimento de alternativas de uso e manejo das terras, mais adequadas às condições locais.

6. SUMMARY AND CONCLUSIONS

GEOPEDOLOGIC RELATIONSHIPS IN AREA OF CORRENTE RIVER PLATEAU, SOUTH WEST OF BAHIA STATE, BRAZIL

In the Northeast region of Brazil there are extensive areas that present considerable agricultural potential under the point of view of soils and relief. They have, however, climatic limitations in terms of volume and mainly of irregular distribution of rains. These limitations are minimized by the hydrographic potential of the area, which favors the irrigation practice.

However, there are very few detailed works concerning soils, use and management, becoming necessary basic studies in order to establish more close relationships of soils with the other environment components and therefore to furnish conditions for a better land use planning beyond ensuring an effective transfer of knowledge.

The studied area, which is located at southwest of Bahia state, Brazil, at the left margin of São Francisco river, is inserted in this context. This work searched the integrated under-

standing of the physical environment, inter-relating elements of geology, pedology and geomorphology, resulting in geopedologic relationships, which make possible the area stratification in terms of geopedologic environments. For that, it was initially realized a field work, where the environments were delineated and it was done the sampling of soils, parent materials and parent rocks, for physical, chemical and mineralogical determinations in the laboratory.

In this way, five geopedologic environments were identified and characterized. In the lowland environment occur eutrophic soils - mainly Vertisols - developed from recent sediments. In the terraces environment occur dystrophic Quartzous Sands originated from mature sandy sediments. The third environment refers to the levels above the terraces, with plain and gently undulated relief, where there are medium texture, allic Latosols (Oxisols) related to clay sandy sediments. The plateau areas compound the fourth environment, subdivided in two, as a function of the variation of the parent material. In the areas with influence of limestone there are clayey, eutrophic Red-Yellow Latosols, while in the areas only influenced by sediments develop clayey, allic Yellow Latosols. The fifth environment is related to the dissected areas, with gently undulated relief, where are Podzolic soils (Alfisols), with more or less influence of sandy clay sediments.

From the field observations, laboratory data, and their integrated interpretation, the following conclusions can be listed:

1. the geopedologic relationships, as a result of the integration and inter-relationship of geologic, pedologic and geo-

morphologic aspects, effectively subsidized the delimitation of geopedologic environments and subenvironments in the studied area;

2. the soil attributes which are of easy identification and prompt visualization in the field as texture, color, pedoform, cohesion degree and general fertility (traduced for some characteristics of natural vegetation), beyond other attributes as the presence of rock outcrops, were of fundamental importance for the area stratification in terms of geopedologic environments and subenvironments;

3. the critical factors which have influenced the pedogenetic process are the parent material, the relief and the geomorphology, which considered in an integrated form explain the characteristics and properties of the soil classes. The color, texture and cohesion degree are consequence of acting of these factors and covary with various soil properties, allowing in this form, their usage for a secure and efficient knowledge transfer to similar systems;

4. the area stratification in terms of geopedologic environments makes possible the evaluation of environment quality, in other words, its potential and limitations, identifying cause and effect relations - in a geopedologic point of view - and, mainly, the mechanisms which control these relations, subsidizing the fixation of bases for the establishing of use and management alternatives, more adequate to local conditions.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHMAD, N. Vertisols. In: WILDING, L.P.; SMECK, N.E. & HALL, G.F. Pedogenesis and soil taxonomy. II. The soil orders. Amsterdam, Elsevier, 1983. p.91-123.
2. ALMEIDA, J.R. Cronocromossequência de solos originários de rochas pelíticas do Grupo Bambuí. Viçosa, UFV, 1979. 150p. (Tese MS).
3. ARNOLD, R.W. Pedologic significance of lithologic discontinuities. Transaction of the International Congress of Soil Science, Adelaide, 4:595-603, 1968.
4. BIGHAM, J.M.; GOLDEN, D.C.; BOWEN, L.H.; BUOL, S.W. & WEED, S. B. Iron oxide mineralogy of well-drained ultisols and oxisols. I. Characterization of iron oxides in soil clays by Mossbauer spectroscopy, X-ray diffractometry, and selected chemical techniques. Soil Science Society of America Journal, Madison, 42:(5):816-25, Sept./Oct. 1978.

5. BIRKELAND, P.W. Soils and geomorphogy. New York, Oxford University Press, 1984. 382p.
6. BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1986. pt.1, p.363-75.
7. BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional da Produção Agropecuária. Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do reservatório de Furnas. Rio de Janeiro, 1962. 462p. (Boletim Técnico, 13).
8. _____. _____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. SNLCS. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos da margem esquerda do rio São Francisco. Recife, 1976. 404p. (Boletim Técnico, 38).
9. _____. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil, folha SD 23. Brasília, Rio de Janeiro, 1982. 655p. v.29.
10. _____. _____. Departamento Nacional da Produção Mineral. Geologia do Brasil. Brasília, 1984a. p.226-43.
11. _____. _____. _____. Léxico estratigráfico do Brasil. Brasília, 1984b. p.484-85.

12. BRAUN, E.H.G. Observações sobre a erosão dos solos em Brasília. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 23 (1):217-34, jan./mar. 1961.
13. BUOL, S.W.; HOLE, F.D. & McCracken, R.J. Soil genesis and classification. 2.ed. Ames, 1980. 404p.
14. CARMO, D.N.; CURI, N. & RESENDE, M. Caracterização e gênese de Latossolos da Região do Alto Paranaíba (MG). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 8(2):235-40, maio/ago. 1984.
15. _____; RESENDE, M. & SILVA, T.C.A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R. F., ed. Relação solo-eucalipto. Viçosa, UFV, 1990. p. 187-236.
16. CORREA, G.F. Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa, MG. Viçosa, UFV, 1984. 87p. (Tese MS).
17. CURI, N. Lithosequence and toposequence of oxisols from Goiás and Minas Gerais States, Brazil. West Lafayette, Purdue University, 1983. 158p. (Tese Doutorado).
18. _____; CARMO, D.N. & SANTANA, D.P. Levantamento pedológico e aptidão agrícola das terras da Fazenda Porto Alegre, Bom Jesus da Lapa (BA). Circulação Restrita, 1986. 103p.

19. CURI, N. & FRANZMEIER, D.P. Effect of parent rocks on chemical and mineralogical properties of some oxisols in Brazil. Soil Science Society of America Journal, Madison, 51(1): 153-8, Jan./Feb. 1987.
20. _____ & _____. Toposequence of oxisols from the Central Plateau of Brazil. Soil Science Society of America Journal, Madison, 48(2):341-6, Mar./Apr. 1984.
21. _____; KÄMPF, N. & RESENDE, M. Mineralogia, química, morfologia e geomorfologia de solos originados de rochas efusivas das encostas superior e inferior do nordeste, no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 8(3):269-76, set./dez. 1984.
22. _____; RESENDE, M. & SANTANA, D.P. Solos de várzeas de Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13(152): 3-10, mar. 1988.
23. DEER, W.A.; HOWIE, R.A. & ZUSMAN, J. Rock forming minerals. London, Non Silicates, 1962. v.5, 371p.
24. DEMATTÊ, J.L.I. Zircônio e titânio da fração areia de solos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 2(1):74-7, jan./abr. 1978.

25. DICK, D.P. Caracterização de óxidos de ferro e sorção de P na fração argila de horizontes B latossólicos. Porto Alegre, UFRGS, 1986. 196p. (Tese MS).
26. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979.
27. ESPÍNDOLA, C.R. & CARVALHO, W.A. Relações entre a natureza dos solos e suas posições na paisagem na bacia do Capivari (Botucatu, SP). Científica, São Paulo, 14(1/2):29-37, 1986.
28. FERREIRA, M.M. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos brasileiros. Viçosa, UFV, 1988. 79p. (Tese Doutorado).
29. FITZPATRICK, R.W. & SCHWERTMANN, U. Al-substitute goethite - An indicator of pedogenic and other weathering environments in South Africa. Geoderma, 27:335-47, 1982.
30. FRANZMEIER, D.P. & ROSS, S.J. Soil swelling: laboratory measurement and relation to other soil properties. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 32(4):573-77, July/Aug. 1968.

31. GEE, G.W. & BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1986. pt.1, p.383-409.
32. GOEDERT, W.J.; SYERS, J.K. & COREY, R.B. Relações caulinita-quartzo-gibbsita em solos desenvolvidos de basalto no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, 1976. Anais... Campinas, SBCS, 1976. p.495-8.
33. HARRADINE, F. & JENNY, H. Influence of parent material and climate on texture and nitrogen and carbon contents of virgin California soils. I. Texture and nitrogen contents of soils. Soil Science, Baltimore, 85(5):235-43, 1958.
34. HEILMAN, M.D.; CARTER, D.L. & GONZALES, C.L. The ethylene glycol monoethyl ether (EMEG) technique for determining soil-surface area. Soil Science, Baltimore, 100:409-13, 1965.
35. HEM, J.D. & LIND, C.J. Kaolinite synthesis at 25°C. Science, Washington, 184(4142):1171-3, June 1974.
36. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Divisão do Brasil em micro-regiões homogêneas. Rio de Janeiro, FIBGE, 1970. p.223-32.

37. JENNY, H. Factors of soil formation. New York, McGraw Hill Book Company, 1941. 281p.
38. KAMPF, N. Die Eisenoxidmineralogie einer klimasequenz von Böden ans eruptiva in Rio Grande do Sul, Brasilien. München, Technischen Universität München, 1981. 271p. (Tese Doutorado).
39. _____ . Mineralogia e gênese de alguns solos da região Nordeste do Planalto Riograndense. Porto Alegre, UFRGS, 1971. 105p. (Tese MS).
40. _____ . X-ray diffraction of iron oxides of selected samples from the VIIIth International Soil Classification Workshop Pedons. In: BEINROTH, F.H.; CAMARGO, M.N. & ESWARAN, H., ed. Eighth International Soil Classification Workshop. Rio de Janeiro, Papers, 1988. pt.1, p.139-44.
41. _____ ; KLAMT, E. & SCHNEIDER, P. Óxidos de ferro em Latos solos do Brasil Sudeste e Sul. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3, Rio de Janeiro, 1988. Anais... Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, 1988. p.153-84. (Documentos, 12).

42. KAMPF, N.; RESENDE, M. & CURI, N. Iron oxides in Brazilian oxisols. In: BEINROTH, F.H.; CAMARGO, M.N. & ESWARAN, H., ed. Eighth International Soil Classification Workshop. Rio de Janeiro, Papers, 1988. pt.1. p.71-7.
43. _____ & SCHWERTMANN, U. The 5-M-NaOH concentration treatment for iron oxides in soils. Clays and Clay Minerals, New York, 30:401-8, 1982a.
44. _____ & _____. Quantitative determination of goethite and hematite in kaolinitic soils by x-ray diffraction. Clays and Clay Minerals, New York, 17:359-63, 1982b.
45. _____ & _____. Relações entre óxidos de ferro e cor em solos caulíníticos do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 7(1):27-31, jan./abr. 1983.
46. KERR, P.F. Optical mineralogy. McGraw Hill Book Company, New York, p.3-10, 1974.
47. KING, L.C. A geomorfologia do Brasil oriental. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, 18(2):147-266, abr./jun. 1956.
48. KLAMT, E.; KAMPF, N. & SCHNEIDER, P. Solos de várzea no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS, 1985. 42p. (Boletim Técnico, 4).

49. KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A., ed, Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1986. p.635-62.
50. LIMA, J.M. Relação entre erosão, teor de ferro, parâmetros físicos e mineralógicos de solos da região de Lavras (MG). Lavras, ESAL, 1987. 86p. (Tese MS).
51. LINARES, J. & HUERTAS, F. Kaolinite: synthesis at room temperature. Science, Washington, 17(3974):896-97, Mar. 1971.
52. LORANDI, R. Mineralogia e granulometria das areias quartzosas da Bacia do Ribeirão do Lobo (Brotas-Itirapina-SP). Piracicaba, ESALQ, 1982. 90p. (Tese MS).
53. _____ & FRANÇA, G.V. Interpretação geopedológica das áreas urbana e suburbana de São Carlos, SP. I. Ambientes geopedológicos. Geociências, São Paulo, 516:131-50, 1987.
54. MARQUES Jr., J. Litocronocromosequência de solos da região de Lavras (MG). Lavras, ESAL, 1988. 78p. (Tese MS).
55. MARSHALL, C.E. & HASEMAN, J.F. The quantitative evaluation of soil formation and development by heavy mineral studies. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 7: 448-53, 1942.

56. MEDEIROS, L.A.R. Caracterização e gênese de solos derivados de calcário e de sedimentos terciários da região da Jaíba, Norte de Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1977. 107p. (Tese MS).
57. MEHRA, O.P. & JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and Clay Minerals, New York, 7: 317-27, 1960.
58. MURRAY, H.H. & LYONS, S.C. Further correlations of kaolinite crystallinity with chemical and physical properties. Clays and Clay Minerals, New York, 1960. p.11-7.
59. OLIVEIRA, J.B.; RESENDE, M. & CURI, N. Caracterização e classificação de Latossolos variação Una e solos correlatos da região de Guaira, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 22, Recife, 1989. Programa e resumos... Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1989. p.202-3.
60. OLLIER, C.D. A two-cycle theory of tropical pedology. Journal of Soil Science, Edinburgh, 10(2):137-48, 1959.
61. RESENDE, M. Aplicação de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11 (128):3-18, ago. 1985.

62. RESENDE, M. Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil. West Lafayette, Purdue University, 1976. 237p. (Tese Doutorado).
63. _____. Modelo de evolução dos solos. Viçosa, UFV, 1978. 5p. (Mimeografado).
64. _____. Pedologia. Viçosa, UFV, 1982. 100p.
65. _____; BAHIA FILHO, A.F.C. & BRAGA, J.M. Mineralogia da argila de Latossolos estimada por alocação a partir do teor total de óxidos do ataque sulfúrico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 11(1):17-23, jan./abr. 1987.
66. _____; CURI, N. & SANTANA, D.P. Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações. Brasília, MEC/ESAL/POTAFOS. 1988c. 83p.
67. _____ & REZENDE, S.B. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 9(105):3-25, set. 1983.

68. RESENDE, M.; SANTANA, D.P.; FRANZMEIER, D.P. & COEY, J.M.D. Magnetic properties of Brazilian Oxisols. In: BEINROTH, F.H.; CAMARGO, M.N. & ESWARAN, H., ed. Eighth International Soil Classification Workshop. Rio de Janeiro, Papers, 1988. p.78-108.
69. _____; _____ & REZENDE, S.B. Susceptibilidade magnética em Latossolos do Sudeste e Sul do Brasil. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA, 3, Rio de Janeiro, 1988. Anais... Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, 1988. p.233-58. (Documentos, 12).
70. REZENDE, S.B. Estudo de crono-topossequência em Viçosa (MG). Viçosa, UFV, 1971. 71p. (Tese MS).
71. _____; RESENDE, M. & GALLOWAY, H.M. Cronotopossequências de solos em Viçosa, Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa, 19(103):167-81, maio/jun. 1972.
72. _____ & SANTANA, D.P. Composição básica da litosfera. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Gênese, morfologia, classificação e levantamento de solos. 1990. (No prelo).

73. ROMEIRO, M. Interpretação e caracterização adicional de um mapa de solos (região de Formiga, MG). Lavras, ESAL, 1987. 90p. (Tese MS).
74. RUNGE, E.C.A. Soil development sequences and energy models. Soil Science, Baltimore, 115(3):183-93, Mar. 1973.
75. SALOMÃO, F.X.T. Interpretação geopedológica aplicada a estudos de geologia de engenharia. Síntese de teses de pós-graduação nº 3. São Paulo, ABGE, 1985. 61p. (Tese MS).
76. SANTANA, D.P. A importância da classificação dos solos e do meio ambiente na transferência de tecnologia. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 9(105):80-2, set. 1983.
77. SCHEFFER, F.; WETLE, E. & LUDWEIG, F. On the question of hydrated iron oxides in soil. Chemie der Erde, Jena, 18/19: 51-64, 1958.
78. SCHULZE, D.G. The identification of iron oxides by differential X-ray diffraction and the influence of aluminum substitution on the structure of goethite. München, Technis - chen Universität München, 1982. 133p. (Tese Doutorado).
79. SCHWERTMANN, U. Die bildung von Eisenoxidmineralen. Fortschritte der Mineralogie, Bodenkunde, 46:274-85, 1969.

80. SCHWERTMANN, U. Some properties of soil and synthetic iron oxides. In: STUCKI, J.W.; GOODMAN, B.A. & SCHWERTMANN, U. Iron in soils and clay minerals. Dordrecht, D. Riedel Pub. Comp. 1988. p.203-50.
81. _____; FITZPATRICK, R.W.; TAYLOR, R.M. & LEWIS, D.G. The influence of aluminum on iron oxides. 2. Preparation and properties of Al-substituted hematites. Clays and Clay Minerals, New York, 27:105-12, 1979.
82. _____ & KÄMPF, N. Properties of goethite and hematite in kaolinitic soils of southern and central Brazil. Soil Science, Baltimore, 139(4):344-50, abr. 1985.
83. _____ & TAYLOR, R.M. Iron oxides. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B., ed. Minerals in soil environments. Madison, Soil Science Society of America, 1977. p.145-76.
84. SUGUIO, K. Introdução à sedimentologia. São Paulo, Edgard Blücher, 1973. 317p.
85. TREMOCOLDI, W.A. Study of a toposequence of soils derived from Bauru sandstone, in the state of São Paulo, Brazil. West Lafayette, Purdue University, 1982. 92p. (Tese Doutorado).

86. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Caracterização de solos e avaliação dos principais sistemas de manejo dos tabuleiros costeiros do Baixo Rio Doce e da Região Norte do Estado do Espírito Santo e sua interpretação para uso agrícola. Viçosa, UFV, 1984. 153p.
87. VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 34p. (Boletim Técnico, 7).

APÉNDICE A

ANÁLISE MINERALÓGICA DA FRAÇÃO GROSSEIRA DOS SOLOS ESTUDADOS

- Areia Quartzosa distrófica (AQd)

20-40 cm - Areia grossa - 100% de quartzo, grãos hialinos, alguns avermelhados e amarelados, subarredondados e arredondados, com superfície lisa e brilhante, comumente com aderência ferruginosa. Traços de concreções areníticas e ferruginosas.

Areia fina - 100% de quartzo, grãos hialinos, arredondados e bem arredondados, com superfície lisa e brilhante, poucos com aderência ferruginosa. Traços de concreções ferruginosas, ilmenita, rutilo e zircão.

400 cm - Areia grossa - 100% de quartzo, grãos hialinos, poucos amarelados e avermelhados, subarredondados e arredondados, com superfície lisa e brilhante, alguns com aderência ferruginosa. Traços de concreções ferruginosas e areníticas.

Areia fina - 100% de quartzo, grãos hialinos, arredondados e bem arredondados, com superfície lisa e brilhante. Traços de concreções ferruginosas, ilmenita e zircão.

- Material de solo (AQd) queimado (avermelhado)

0-5 cm - Areia grossa - 95% de quartzo, grãos hialinos, amarelados e avermelhados, subarredondados e arredondados,

com superfície lisa e brilhante e aderência ferruginosa comum. 4% de agregados argilosos avermelhados. 1% de minerais magnéticos, grãos de quartzo com películas avermelhadas, concreções magnéticas e magnetita.

Areia fina - 97% de quartzo, grãos hialinos, subarredondados, arredondados e bem arredondados, geralmente com aderência ferruginosa. 3% de agregados argilosos avermelhados. Traços de ilmenita e rutilo.

- Latossolo Vermelho-Amarelo álico (epídistrófico) textura média (LVam)

60-80cm - Areia grossa - 99% de quartzo, grãos hialinos, alguns avermelhados, subangulares, subarredondados e arredondados, com superfície lisa e brilhante, alguns foscos e cerca de 25% com aderência ferruginosa. 1% de concreções ferruginosas e traços de concreções areníticas.

Areia fina - 99% de quartzo, grãos hialinos, alguns amarelados, subarredondados, arredondados e bem arredondados, com superfície lisa e brilhante. 40% com aderência ferruginosa. 1% de concreções ferruginosas. Traços de concreções areníticas, ilmenita e zircão.

400 cm - Areia grossa - 99% de quartzo, grãos hialinos, poucos amarelados, subarredondados, arredondados e bem arredondados, com superfície lisa e brilhante, raros com aderência ferruginosa. 1% de concreções areníticas es

branquiçadas.

Areia fina - 100% de quartzo, grãos hialinos, poucos amarelados, subarredondados, arredondados e bem arredondados, com superfície lisa e brilhante, alguns com aderência ferruginosa. Traços de concreções ferruginosas, ilmenita e zircão.

- Latossolo Vermelho Escuro álico (epidistrófico) textura média (LEam)

60-80 cm - Areia grossa - 97% de quartzo, grãos avermelhados e hialinos, subangulares a bem arredondados, com aderência ferruginosa, poucos lisos e brilhantes. 2% de concreções ferruginosas bem arredondadas, algumas magnéticas. 1% de concreções areníticas brancas e avermelhadas. Traços de magnetita e alguns grãos de quartzo com películas avermelhadas magnéticas.

Areia fina - 99% de quartzo, grãos hialinos e avermelhados, arredondados e bem arredondados, com aderência ferruginosa. 1% de concreções ferruginosas e traços de ilmenita e zircão.

400 cm - Areia grossa - 98% de quartzo, grãos avermelhados e hialinos, subangulares e bem arredondados, com aderência ferruginosa, poucos lisos e brilhantes. 2% de concreções ferruginosas. Traços de concreções areníticas.

Areia fina - 99% de quartzo, grãos hialinos e avermelhados, arredondados e bem arredondados, com aderência

cia ferruginosa. 1% de concreções ferruginosas e traços de ilmenita e zircão.

- Latossolo Amarelo álico (epidistrófico) textura argilosa (LAar)

60-80 cm - Areia grossa - 97% de quartzo, grãos hialinos, avermelhados e amarelados, arredondados e bem arredondados, com superfície lisa e brilhante, alguns foscos e com aderência ferruginosa. 3% de concreções metálicas bem arredondadas. Traços de concreções areníticas.

Areia fina - 97% de quartzo, grãos hialinos, poucos avermelhados, subangulares a bem arredondados, geralmente com superfície lisa e brilhante, alguns com aderência ferruginosa. 3% de concreções metálicas. Traços de ilmenita e zircão.

400 cm - Areia grossa - 75% de agregados argilosos avermelhados com inclusões de grãos de quartzo, angulares, poucos bem arredondados. 24% de quartzo, grãos hialinos, poucos avermelhados, subangulares a bem arredondados, geralmente com superfície lisa e fosca. 1% de concreções metálicas.

Areia fina - 60% de quartzo, grãos hialinos, subangulares a bem arredondados, com superfície lisa e brilhante, às vezes fosca. 40% de agregados areno-argilosos avermelhados. Traços de ilmenita e zircão.

- Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico textura argilosa (LVer)

60-80 cm - Areia grossa - 92% de quartzo, grãos hialinos e avermelhados, subangulares a bem arredondados, comumente com aderência ferruginosa. 7% de concreções metálicas, sendo 3% com inclusões de grãos de quartzo, algumas magnéticas. 1% de agregados areno-argilosos avermelhados e traços de concreções areníticas.

Areia fina - 98% de quartzo, grãos hialinos e avermelhados, subangulares a bem arredondados, lisos e com aderência ferruginosa. 2% de concreções ferruginosas, bem arredondadas. Traços de ilmenita e zircão.

400 cm - Areia grossa - 50% de quartzo, grãos hialinos, poucos avermelhados, subangulares a bem arredondados, geralmente com superfície liça e fosca. 40% de agregados areno-argilosos, alguns bem arredondados (mais do que no LA). 10% de concreções ferruginosas brilhantes e bem arredondadas. Traços de magnetita.

Areia fina - 60% de quartzo, grãos hialinos e avermelhados, subangulares a bem arredondados, lisos e com aderência ferruginosa. 40% de agregados areno-argilosos avermelhados. Traços de magnetita, ilmenita e zircão.

- Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico textura média (PVem)

60-80 cm - Areia grossa - 70% de quartzo, grãos hialinos, avermelhados e amarelados, comumente arredondados e bem ar-

redondados, alguns angulares, poucos com aderência ferruginosa. 27% de concreções ferruginosas, algumas com inclusões de grãos de quartzo, muitas arredondadas, lisas e brilhantes. 3% de concreções magnéticas e magnetita. Traços de concreções areníticas, ilmenita, rutilo e fragmentos de rocha.

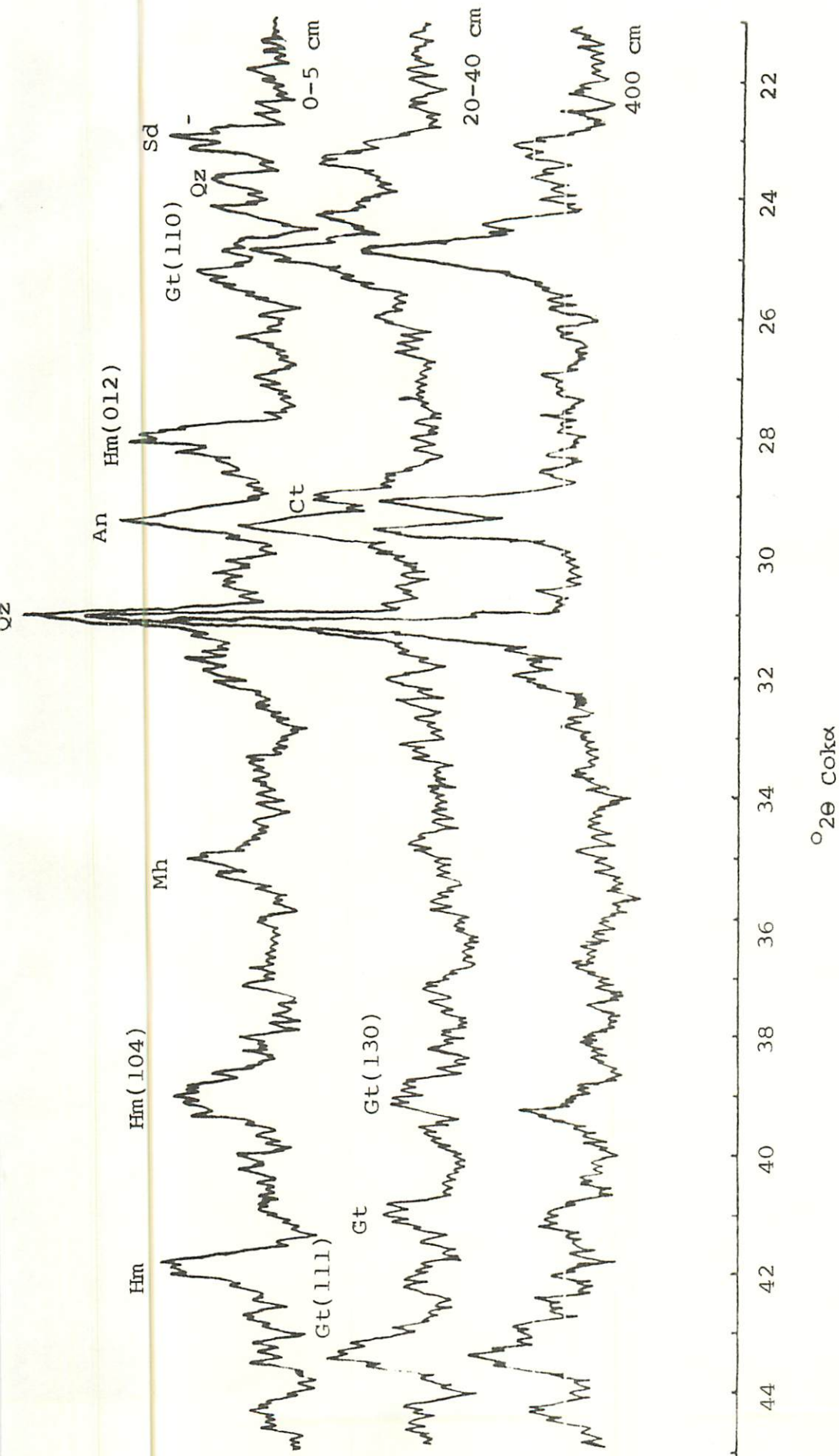
Areia fina - 95% de quartzo, grãos hialinos e avermelhados, arredondados, lisos e com aderência ferruginosa. 5% de concreções ferruginosas, comumente magnéticas. Traços de ilmenita, rutilo e zircão.

- Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico latossólico textura média (PVelm)

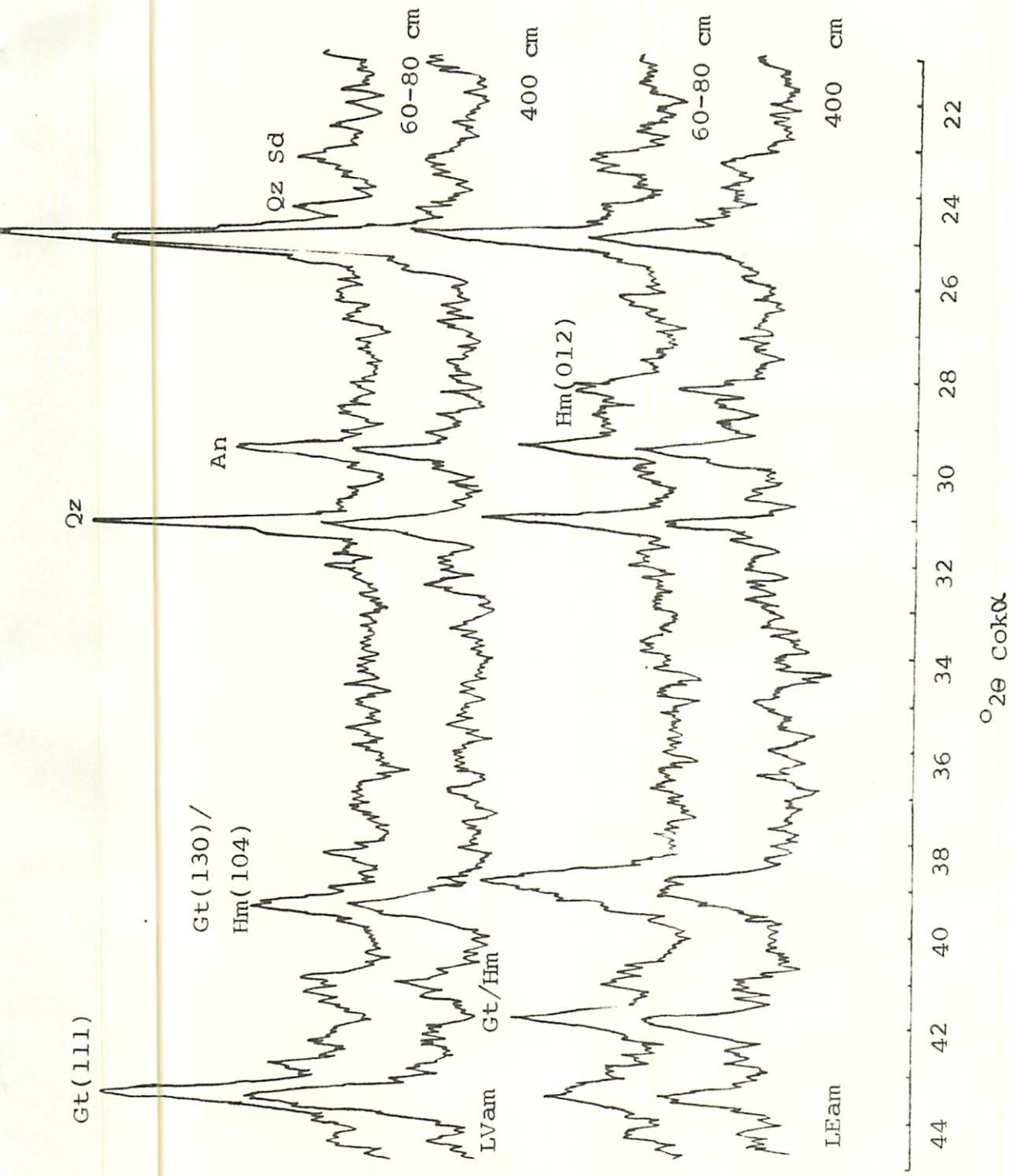
60-80 cm - Areia grossa - 85% de quartzo, grãos hialinos, alguns avermelhados, arredondados, alguns angulosos, lisos, brilhantes e com aderência ferruginosa. 15% de concreções ferruginosas, algumas com inclusões de grãos de quartzo, Traços de concreções argilosas, areníticas, magnetita e ilmenita.

Areia fina - 98% de quartzo, grãos hialinos, poucos avermelhados, mais angulosos em geral, lisos e com aderência ferruginosa. 2% de concreções ferruginosas subarredondadas e angulosas brilhantes. Traços de ilmenita, magnetita e zircão.

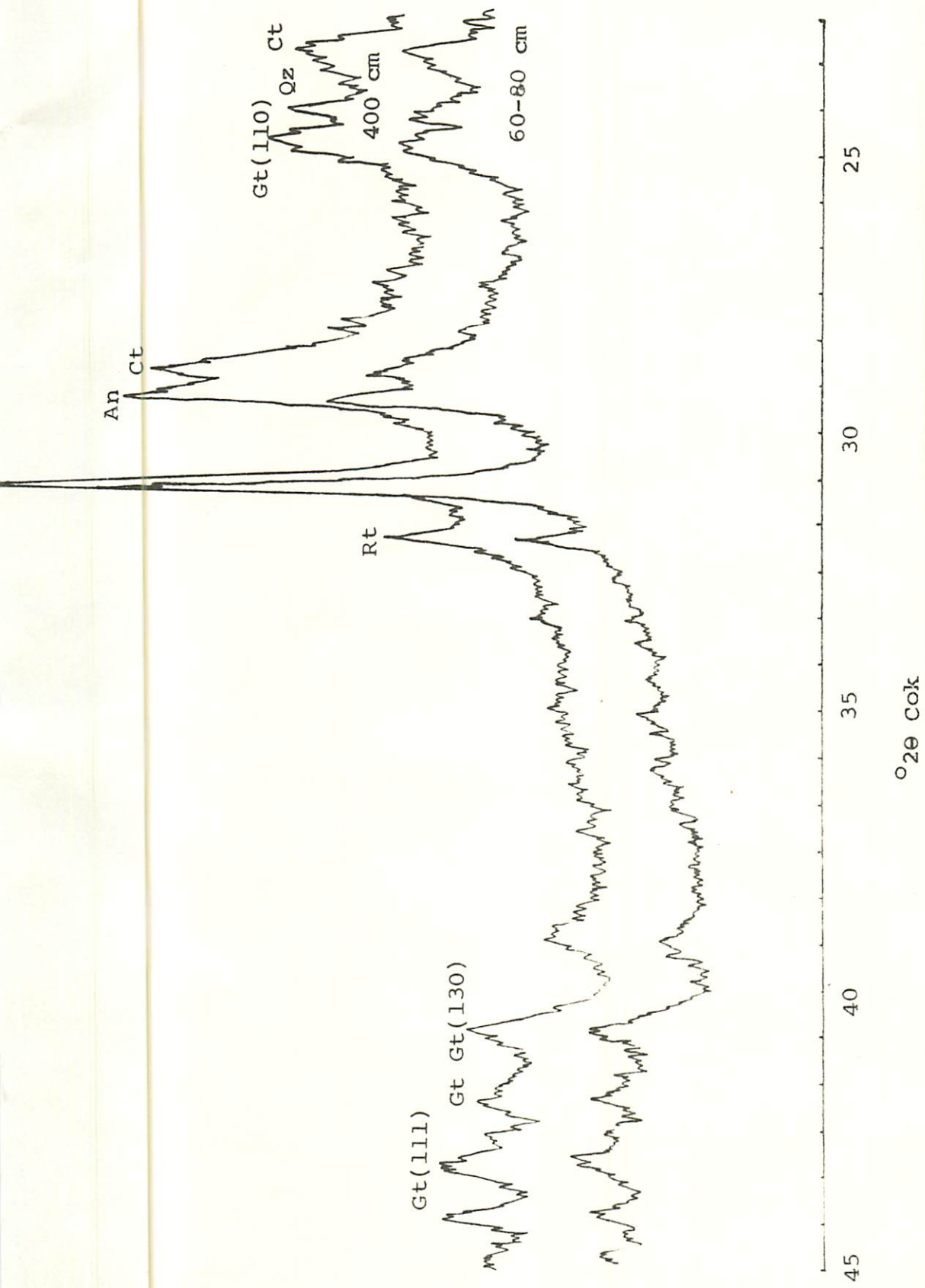
APÉNDICE B



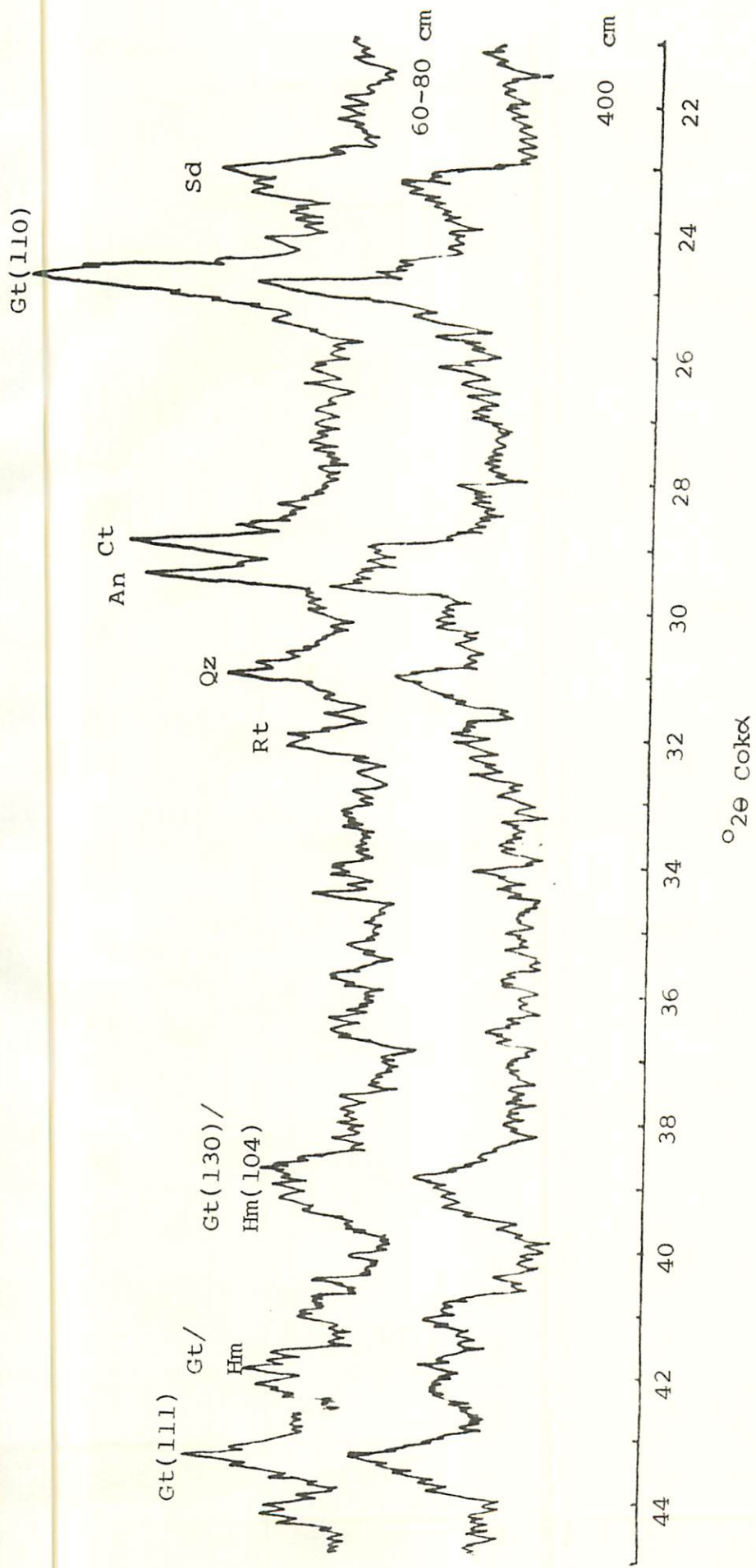
Difractogramas de raios X (tubo de cobalto) da fração argila tratada com NaOH 5M (método do pó) das AQd, incluindo material de solo queimado avermelhado (0-5 cm).



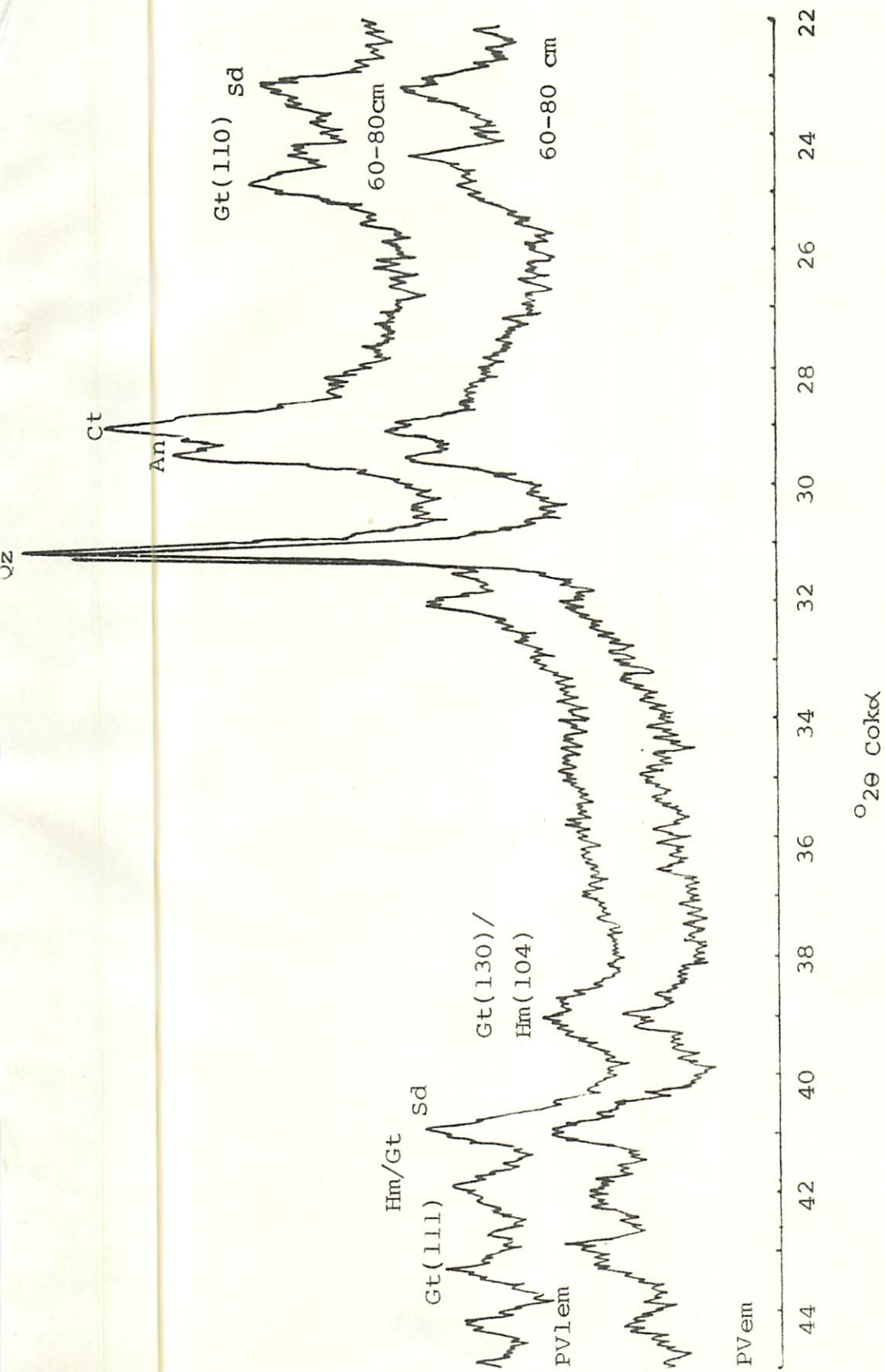
Difratogramas de raios X (tubo de cobalto) da fração argila tratada com NaOH 5M (método do pó) dos Latossolos textura média (LVam e LEam). A presença de maghemita e/ou magnetita pode ser verificada nos LEam pela razão $I_{Hm} (104/110) < 1,3$.



Difratogramas de raios X (tubo de cobalto) da fração argila tratada com NaOH 5M (método do pó) dos IAar.



Difratogramas de raios X (tubo de cobalto) da fração argila tratada com NaOH 5M (método do pó) dos LVer.



Difratogramas de raios X (tubo de cobalto) da fração argila tratada com NaOH 5M (método do pó) dos solos Podzólicos.