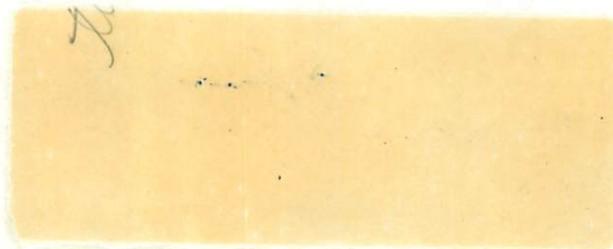


MARCO AURÉLIO VITORINO RIBEIRO

MINERALOGIA DA FRAÇÃO GROSSEIRA DE LATOSSOLOS  
SOB CERRADO DO MUNICÍPIO DE RIO PARANAÍBA - MG.

Tese apresentada à Escola Superior de  
Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Mestrado em  
"Solos e Nutrição de Plantas",  
para obtenção do grau de "Magister  
Scientiae".



LAVRAS - MINAS GERAIS

1980

MINERALOGIA DA FRAÇÃO GROSSEIRA DE LATOSSOLOS SOB  
CERRADO DO MUNICÍPIO DE RIO PARANAÍBA - MG.

APROVADA:

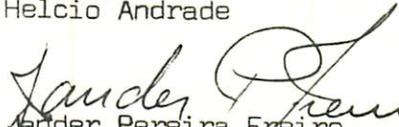


Prof. Victor Gonçalves Bahia

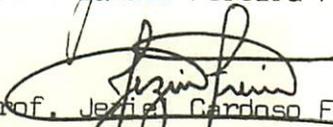
Orientador



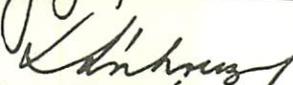
Prof. Helcio Andrade



Prof. Vander Pereira Freire



Prof. Jézio Cardoso Freire



Prof. Juventino Júlio de Souza

A meus pais  
e irmãos.

À minha esposa Marisa  
e meu filho Leandro.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras e ao Departamento de Ciências do Solo pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais pelo apoio financeiro.

Ao professor Victor Gonçalves Bahia pela eficiente orientação e amizade.

Aos professores Nilton Curi, Juventino Júlio de Souza, Jeziel Cardoso Freire, Hércio Andrade, Alfredo Scheid Lopes, João Batista Soares da Silva e Deoclécio Nazareno do Carmo pelas valiosas sugestões e apoio.

Aos funcionários do Departamento de Ciências do Solo da ESAL, pela atenção e colaboração no desenvolvimento do trabalho.

Ao Biblioteconomista Dorval Botelho Santos pela correção das referências bibliográficas.

Ao professor Moacir de Souza Dias Júnior pelos trabalhos de desenho e a Maria Gabriela de Abreu pelos trabalhos de datilografia.

Ao professor Antonio Russi pela revisão do texto.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

MARCO AURÉLIO VITORINO RIBEIRO, filho de José Luz Pinto Ribeiro e Aparecida Vitorino Ribeiro, nasceu em Lavras, Minas Gerais, em 03 de dezembro de 1951.

Concluiu o curso secundário no Colégio Estadual "Dr. João Batista Hermeto", em Lavras, Estado de Minas Gerais, no ano de 1970.

Em dezembro de 1974, diplomou-se em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Iniciou seu trabalho profissional em janeiro de 1975 na Mercantil Agro-Pecuária Regional Ltda., em São João da Boa Vista - SP. Em 01 de setembro do mesmo ano transferiu-se para a Escola Superior de Agricultura de Lavras, Departamento de Ciências do Solo, iniciando em 1976 o curso de mestrado em Solos e Nutrição de Plantas.

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3.1. Material .....	11
3.1.1. Solo .....	11
3.1.2. Características da região .....	11
3.1.2.1. Geologia .....	11
3.1.2.2. Clima .....	13
3.1.2.3. Vegetação .....	14
3.1.3. Descrição morfológica dos perfis .....	14
3.1.4. Peneiras .....	18
3.1.5. Instrumental óptico .....	18
3.2. Métodos .....	19
3.2.1. Remoção de sais solúveis .....	19
3.2.2. Eliminação da matéria orgânica .....	19
3.2.3. Remoção dos óxidos de ferro livre .....	19
3.2.4. Dispersão .....	20
3.2.5. Separação da fração areia das frações silte e argila .	20
3.2.6. Fracionamento da areia total .....	21

	Página
3.2.7. Separação dos minerais leves e pesados .....	21
3.2.8. Separação dos minerais magnéticos .....	21
3.2.9. Montagem de lâminas para microscopia .....	21
3.2.10. Arredondamento dos grãos de quartzo .....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1. Análise granulométrica .....	23
4.2. Arredondamento dos grãos de quartzo .....	26
4.3. Descontinuidades litológicas .....	26
4.4. Gênese dos solos .....	38
4.4.1. Minerais leves .....	38
4.4.2. Minerais pesados .....	40
4.4.2.1. Minerais magnéticos .....	40
4.4.2.2. Minerais transparentes e opacos .....	41
5. CONCLUSÕES .....	44
6. RESUMO .....	45
7. SUMMARY .....	46
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47

## LISTA DE TABELA

Tabela

Página

1

Relação dos minerais pesados, segundo suas proveniências ...

6

## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Resultados da análise mecânica do Latossolo Vermelho Amarelo ( $P_1$ ) .....	24
2	Resultados da análise mecânica do Latossolo Roxo ( $P_2$ ) .....	25
3	Arredondamento dos grãos de quartzo da subfração areia muito fina do Latossolo Vermelho Amarelo ( $P_1$ ). Frequências <u>ob</u> servadas .....	27
4	Médias ponderadas de arredondamento dos grãos de quartzo da subfração areia muito fina, do Latossolo Vermelho Amarelo ( $P_1$ ) .....	27
5	Arredondamento dos grãos de quartzo da subfração areia muito fina do Latossolo Roxo ( $P_2$ ). Frequências observadas ....	28
6	Médias ponderadas de arredondamento dos grãos de quartzo da subfração areia muito fina, do Latossolo Roxo ( $P_2$ ) .....	28
7	Porcentagem de minerais leves e pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Vermelho Amarelo ( $P_1$ ) .....	39
8	Porcentagem de minerais leves e pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Roxo ( $P_2$ ) .....	39

## Quadro

## Página

9	Percentagem de minerais magnéticos da subfração areia muito fina do Latossolo Roxo ( $P_2$ ) .....	40
10	Frequência de minerais pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Vermelho Amarelo ( $P_1$ ) .....	41
11	Frequência em percentagem de minerais pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Vermelho Amarelo ( $P_1$ ) .....	41
12	Frequência de minerais pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Roxo ( $P_2$ ) .....	42
13	Frequência em percentagem de minerais pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Roxo ( $P_2$ ) .....	42
14	Médias em percentagem dos minerais transparentes nos perfis de solo .....	43

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localização do município de Rio Paranaíba no Estado de Minas Gerais .....	12
2	Histograma dos arredondamentos dos grãos de quartzo para os perfis P <sub>1</sub> e P <sub>2</sub> .....	29
3	Variação do índice areia fina/areia grossa de acordo com a profundidade para o Latossolo Vermelho Amarelo (P <sub>1</sub> ) .....	30
4	Variação do índice areia fina/areia grossa de acordo com a profundidade para o Latossolo Roxo (P <sub>2</sub> ) .....	31
5	Variação do índice areia muito fina/areia grossa de acordo com a profundidade para o Latossolo Vermelho Amarelo (P <sub>1</sub> ) ..	32
6	Variação do índice areia muito fina/areia grossa de acordo com a profundidade para o Latossolo Roxo (P <sub>2</sub> ) .....	33
7	Variação do índice zirconita/turmalina de acordo com a profundidade para o Latossolo Vermelho Amarelo (P <sub>1</sub> ) .....	34
8	Variação do índice zirconita/turmalina de acordo com a profundidade para o Latossolo Roxo (P <sub>2</sub> ) .....	35

Figura		Página
9	Variação do índice zirconita/(turmalina+rutilo) de acordo com a profundidade para o Latossolo Vermelho Amarelo (P <sub>1</sub> ) ..	36
10	Variação do índice zirconita/(turmalina+rutilo) de acordo com a profundidade para o Latossolo Roxo (P <sub>2</sub> ) .....	37

## 1. INTRODUÇÃO

Mais de 1,5 milhões de km<sup>2</sup>, ou seja, aproximadamente 20% do território nacional são cobertos por áreas de vegetação típica de cerrado. Deste total, 80% se localizam nos Estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, região para a qual se orientam, prioritariamente, os esforços e a pesquisa visando à incorporação dessa área no processo produtivo, IPEA (19).

A região do Alto Paranaíba, estrategicamente situada em relação a centros produtores e consumidores, é de indiscutível importância para o Estado de Minas Gerais, possuindo uma extensa área de solos sob cerrado. Nela são encontradas culturas, como soja, trigo e café em solos do grande grupo Latossolo Vermelho Amarelo com topografia favorável à mecanização e, nas partes mais acidentadas onde se desenvolve a pecuária, encontra-se principalmente o Latossolo Roxo.

O problema é, pois, escolher a tecnologia adequada à sua exploração e, para isso, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos básicos, notadamente em relação aos solos. A caracterização mineralógica do solo é indispensável à avaliação de suas potencialidades e servirá de base para previsões de comportamento em face da utilização, auxiliando muito o planejamento de pesquisas.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição mineralógica da fração grosseira, o material de origem, avaliar o grau de arredondamento dos grãos de quartzo e verificar a presença de descontinuidade litológica em dois perfis de latossolo, sendo o perfil P<sub>1</sub> pertencente ao grande grupo Latos-

solo Vermelho Amarelo, e o perfil P<sub>2</sub>, ao grande grupo Latossolo Roxo, ambos de ocorrência no Município de Rio Paranaíba, Estado de Minas Gerais, esperando-se com isto ter contribuído para um melhor conhecimento dos nossos solos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O uso e a importância da fração grosseira no estudo de sedimentos são evidenciados amplamente pela literatura.

No estudo desta fração, segundo KRUMBEIN & PETTIJOHN (24), os minerais são freqüentemente classificados, com base em suas densidades. Há os chamados minerais leves, que possuem uma densidade específica menor que 2,85, e os minerais pesados, cuja densidade específica é maior que 2,85. As frações chamadas de minerais leves incluem o quartzo, a calcita, os feldspatos, os minerais de argila e algumas micas, contribuindo com aproximadamente 98% dos sedimentos. Os minerais pesados embora sendo minoria, contribuindo com apenas 2%, incluem uma grande variedade de espécies, sendo portanto mais usados que a fração leve na caracterização de um depósito. Devido a pequena ocorrência de minerais pesados, é que os mesmos autores justificaram a separação desses minerais do grupo dos leves, utilizando-se do líquido bromofórmio.

HASEMAN & MARSHALL (18) julgaram os minerais pesados de grande importância no reconhecimento da rocha matriz e na avaliação das mudanças que nela ocorrem durante a formação do solo. Utilizaram a zirconita e turmalina como indicador e concluíram que a origem de um solo é refletida na espécie e quantidade de minerais presentes. A análise qualitativa e semi-quantitativa dos minerais pode também indicar a origem de um solo ao se comparar com o material de origem.

Um dos parâmetros, segundo BONI (7), evidenciado pela literatura nos estudos dos sedimentos, é a homogeneidade na composição mineralógica, onde

os minerais pesados, devido a sua alta estabilidade, têm contribuído para esse tipo de estudo.

Como cada espécie mineral apresenta determinada estabilidade, vários pesquisadores tentaram agrupar a persistência dos minerais em ordem de estabilidade. Assim, PETTIJOHN (36) determinou que a zirconita, turmalina, monazita e granada apresentam maior estabilidade, seguidos de biotita, apatita, ilmenita, magnetita, estauroлита, cianita e epidoto. Dentre os menos estáveis, situam-se actinolita, diopsídio e olivina.

SINDOWSKI (41) recomenda a utilização de zirconita, rutilo e turmalina como minerais de alta estabilidade; estauroлита, cianita e hornblenda de média estabilidade, enquanto que granada, augita, apatita e olivina são minerais de baixa estabilidade.

Segundo Weyl, citado por MARCONI (30), a estabilidade dos minerais é semelhante nas rochas e nos solos, e propõe uma escala de estabilidade considerando minerais extremamente estáveis a turmalina, zirconita, rutilo, titanita e magnetita; minerais estáveis: a estauroлита, cianita, silimanita e andaluzita; e minerais instáveis: a olivina, augita e hornblenda.

PETTIJOHN (36), além de propor uma escala de estabilidade, afirmou que rutilo, moscovita e anatásio são minerais de alta estabilidade, e mais abundantes nos sedimentos mais atingidos.

O que realmente se observa é uma certa discrepância entre as classificações propostas para a avaliação da estabilidade dos minerais, e BREWER (9, 10) diz que possivelmente quase todas as discrepâncias entre as sequências podem ser explicadas em termos de variações das características químicas e físicas das espécies minerais estudadas em cada caso específico, considerando, ainda, o ambiente de intemperização do qual estes dados foram obtidos.

O tamanho ideal de grânulo para se proceder ao estudo de minerais pesados é também motivo de controvérsia, existindo várias recomendações. COGEN (14) sugere a separação do sedimento em várias classes texturais e a identificação em todas as classes, ressaltando que sedimentos assim estudados, não podem ser comparados com aqueles cujas amostras não sofreram a mesma sepa-

ração.

RUBEY (38) ressalta a possibilidade de conclusões errôneas ao se comparar entre si diferentes frações granulométricas de sedimentos ou a mesma fração de sedimentos granulometricamente diferentes, e recomenda também a utilização dos minerais pesados de todas as frações granulométricas em que a amostra foi subdividida. Isto representaria um gasto de tempo muito grande, adotando-se como medida mais prática e recomendável a separação dos minerais pesados apenas da fração mais fina imediatamente abaixo daquela dominante. Assim o fizeram BAHIA (1, 2) e OLIVEIRA (34), enquanto MARCONI (30), LÔBO (29), BONI (7) e SOUZA (43) utilizaram-se da fração areia fina (moda) para a realização dos seus trabalhos.

O número de grânulos necessários para expressar a composição mineralógica de um sedimento foi discutido por vários autores. KRUMBEIN e PETTIJOHN (24) recomendam a contagem de 300 grânulos como suficientes para uma boa amostragem. PARFENOVA & YARILOVA (35) sugerem a contagem entre 400 a 500 grânulos, quando os minerais não são separados em leves e pesados e de 200 grânulos quando são separados entre cinco a sete frações. Graham, citado por KRUMBEIN & PETTIJOHN (24), considera suficiente a contagem de apenas 100 grânulos, enquanto Weyl, citado por MARCONI (30), recomenda a contagem de, no mínimo, 200 grânulos.

Segundo a proveniência dos minerais pesados e dos minerais associados, a identificação do material de origem dos solos tem sido feita através de tabelas conforme Tabela 1 adaptada por PETTIJOHN (37).

BAHIA (1, 2) e OLIVEIRA (34) procedendo-se à identificação e contagem de minerais pesados, determinaram o material de origem dos solos, valendo-se da tabela proposta por PETTIJOHN (37).

SEALE (40), em estudos realizados na Inglaterra, procurou correlacionar o solo ao material de origem, onde diferentes substratos rochosos estão cobertos por detritos glaciais. Foram identificados os minerais pesados de alguns perfis de solo, e determinando as suas proporções relativas para avaliar diferenças entre as composições mineralógicas. Utilizou-se da fração a-

TABELA 1. Relação dos minerais pesados, segundo suas proveniências, adaptada por PETTIJOHN (37).

Mineral Pesado	Proveniências	Minerais Associados
turmalina arredondada	Sedimentos retrabalhados	rutilo, zirconita arredondada
estauroлита	metamorfismo de alto grau: xistos e gnaisses	moscovita e biotita, epídoto, cianita, andaluzita, magnetita
zirconita	sedimentos retrabalhados; rochas de alto grau de metamorfismo; rochas ígneas ácidas	em rochas metamórficas; magnetita, estauroлита, cianita, epídoto, andaluzita, moscovita e biotita  em rochas ígneas ácidas; titanita, zirconita, euhedral, magnetita, apatita, biotita e moscovita
rutilo	sedimentos retrabalhados; rochas ígneas básicas	ilmenita e magnetita

reia fina e submeteu a contagem ao microscópio de 300 a 600 grânulos por amostra, excluindo-se os opacos (exceto magnetita e ilmenita), e observando que estes minerais eram muito semelhantes, pelo que concluiu que os solos tinham uma origem comum.

Também é de grande importância no estudo dos sedimentos a avaliação do arredondamento dos grânulos, visto que Daubrée, em 1879, citado por PETTIJOHN (37), observou uma relação entre o arredondamento e o transporte dos sedimentos.

KRUMBEIN (23) estudando seixos de calcários sob condições artificiais, concluiu que o arredondamento aumenta muito rapidamente no início do transporte, até uma distância de duas milhas, caindo muito a intensidade do aumento daí para frente. Verificou, também, que o arredondamento aumentou de 0,13 a 0,55 nas duas primeiras milhas, e de 0,55 a 0,64 nas dezoito milhas seguintes.

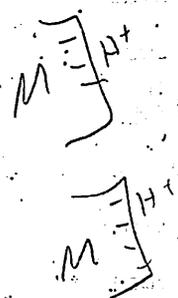
O arredondamento normalmente é obtido através de comparação visual, utilizando-se de cartas, como as propostas por PETTIJOHN (37), KRUMBEIN & SLOSS (25) e BREWER (10).

PETTIJOHN (37) propõe a seguinte classificação para o grau de arredondamento dos grânulos: grânulo angular (0,00 - 0,15); subangular (0,15 - 0,25); subarredondado (0,25 - 0,40); arredondado (0,40 - 0,60) e bem arredondado (0,60 - 1,00).

Outras finalidades do estudo da fração grosseira dos solos estão ligadas à avaliação da homogeneidade dos sedimentos, linhas de seixos e descontinuidade litológica. BARSHAD (4), propõe que a constância na distribuição dos minerais pesados é fator de uniformidade de um perfil de solo e sugere a utilização do maior número de índices para localizar as descontinuidades litológicas. MARSHALL (31) afirma que num material homogêneo devem ser esperadas as mesmas proporções de um mineral pesado em todo o perfil e que a frequência de um determinado mineral nas diversas frações deve ser a mesma.

Embora existam variações em utilizar espécies minerais para avaliação das descontinuidades litológicas, BREWER (9) recomenda que se lance mão de relações entre minerais pesados, sendo o rutilo, turmalina e zirconita os

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.



+ id CR 55

15  
35  
50

comumente utilizados.

TYLER, RIECKEN & ALLEN (42), estudando solos que apresentavam descontinuidades litológicas no campo, concluíram que muitos perfis não fornecem seixos em quantidades suficientes para localizar a linha de pedras, e sugerem a utilização das relações areia fina/areia grossa e areia muito fina/areia grossa como auxílio na localização das descontinuidades.

X No Brasil vários pesquisadores têm desenvolvido trabalhos nessa área, tendo sempre como objetivos fornecer subsídios para melhor conhecimento da gênese dos solos, avaliar a intensidade do transporte e verificar a ocorrência de descontinuidades litológicas. Entre eles merecem ser citados GORDON JÚNIOR (16), BIGARELLA (5), FREITAS (15), CARVALHO (13) e BJORNBERG (6).

MELFI, GIRARDI & MONIZ (32) estudaram, na região de Campinas, SP, seis séries de solos, originados de diabásio e de sedimentos glaciais. Nos solos derivados de diabásio foi encontrada grande quantidade de minerais pesados, chegando a atingir mais de 50% do total de minerais, constituídos, exclusivamente, de magnetita e ilmenita. Nos outros solos a ocorrência de minerais pesados foi muito baixa, e embora predominem os opacos, constatou-se mais generalizada a presença de zirconita, turmalina, silimanita e outros.

MARCONI (30) estudando a composição mineralógica e o arredondamento dos grãos de quartzo, zirconita e turmalina da areia fina de seis séries de solos (quatro Podzólicos, um Latossolo e um Regossolo), situadas sobre a formação Botucatu, no município de Piracicaba, SP., encontrou entre os minerais pesados, (com predominância de opacos), estauroлита, turmalina e a zirconita em menor quantidade. Através da composição mineralógica separou as séries em dois grupos: um com predominância de estauroлита e outro com predominância de minerais opacos. Quanto ao arredondamento, utilizando-se de 50 grânulos por amostra obteve valores entre 0,50 e 0,60, caracterizando-os como grânulos arredondados, PETTIJOHN (37). Concluiu que os solos provieram de rochas metamórficas e eruptivas, tendo participado, contudo, de mais de um ciclo de sedimentação.

LÔBO (29) estudando quatro perfis de solos de ocorrência no muni

cípio de Piracicaba, SP., com a finalidade de avaliar a uniformidade dos perfis através de relações entre os minerais pesados e/ou leves, concluiu que: a) a análise dos minerais leves revelou a presença dominante do quartzo em todos os horizontes dos solos; b) através da relação, zirconita/turmalina verificou a presença de descontinuidades litológicas em todos os perfis e que nem sempre estas estavam associadas à presença de linhas de seixos; e c) dois dos perfis estudados receberam contribuições de origem metamórfica, devido a presença de estauroлита.

BAHIA (1) valendo-se da mineralogia da fração grosseira, identificou o material de origem, a presença de descontinuidade litológica e o grau de arredondamento dos grãos de quartzo em dois perfis de um Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa do município de Iracemópolis, SP.

WINKELJOHANN (44) estudando um Latossolo Vermelho Escuro - Orto, da série Guamium no Estado de São Paulo, tendo por objetivo verificar a ocorrência de descontinuidades litológicas, através das relações-areia muito fina/areia grossa, zirconita/(turmalina + rutilo) e zirconita/(rutilo + zirconita) - observou que estes índices atingem pontos de mínimo nos dois perfis, indicando pontos de descontinuidade litológicas.

BAHIA (2) estudando um Latossolo Roxo de ocorrência no município de Lavras, MG., e trabalhando com a fração grosseira, concluiu que o solo havia-se formado a partir de rochas ígneas básicas. O grau de arredondamento médio para os grãos de quartzo foi de 0,25, estando este mineral presente em todos os horizontes. Na fração pesada houve predominância de opacos, seguida de minerais transparentes, como biotita, zirconita e rutilo.

BONI (7) estudando descontinuidade litológica através das relações zirconita/turmalina, zirconita/(turmalina + rutilo) e estauroлита/rutilo, em alguns solos do município de São Pedro - SP., concluiu que estas relações confirmaram as descontinuidades observadas no campo, e revelaram a possibilidade da existência de outras não associadas à linha de seixos.

OLIVEIRA,(34) estudando a fração grosseira de dois perfis de solos de ocorrência no município de Lavras, MG., encontrou para o Latossolo Roxo

(P<sub>1</sub>) predominância de minerais pesados devido à rocha matriz (rochas ígneas básicas) enquanto que no Podzólico Vermelho Amarelo (P<sub>2</sub>) domínio de minerais leves, sendo originado de rochas ígneas ácidas. No grupo de minerais pesados em ambos os solos houve predominância de opacos, seguidos dos transparentes zircónita, rutilo, turmalina e estauroлита. Quanto ao grau de arredondamento dos grãos de quartzo, foram encontrados valores de 0,24 e 0,28 para os perfis P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>, permitindo classificá-los, respectivamente, como subangular e subarredondado.

SOUZA (43) ao estudar a mineralogia e gênese dos solos da série "Luiz de Queiróz" (Terra Roxa Estruturada), do município de Piracicaba, SP., tendo como um dos objetivos o estudo mineralógico da fração grosseira, encontrou como fração dominante ou moda a areia fina em todos os perfis, utilizando-se dela para seus estudos. Observou alta predominância de quartzo, com grãos arredondados, atribuindo a isto um transporte do material.

Embora o estudo da mineralogia da fração grosseira seja antigo, ainda hoje é utilizado, verificando-se apenas algumas modificações na metodologia, no número de grânulos de minerais contados e identificados e nos estabelecimentos dos índices de intemperismo; porém, a interpretação dos resultados permanece obedecendo aos mesmos princípios.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material

##### 3.1.1. Solo

Foram utilizadas, neste estudo, amostras de dois perfis de solo do município de Rio Paranaíba, MG., num total de 12 amostras, pertencentes ao grande grupo Latossolo Vermelho Amarelo (perfil P<sub>1</sub>) e ao grande grupo Latossolo Roxo (perfil P<sub>2</sub>).

A localização do município de Rio Paranaíba no Estado de Minas Gerais acha-se apresentada na Figura 1.

##### 3.1.2. Características da região

A área estudada está localizada no município de Rio Paranaíba, região fisiográfica Paranaíba, tendo como coordenadas geográficas (19°08' L.S. e 46°15' L.O. Gr.) com uma altitude média de 1.100 metros, estando enquadrada no Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (PADAP).

##### 3.1.2.1. Geologia

A área em estudo abrange parte da formação Mata da Corda, mais especificamente os Fácies Capacete e Patos, conforme SEPLAN (33).

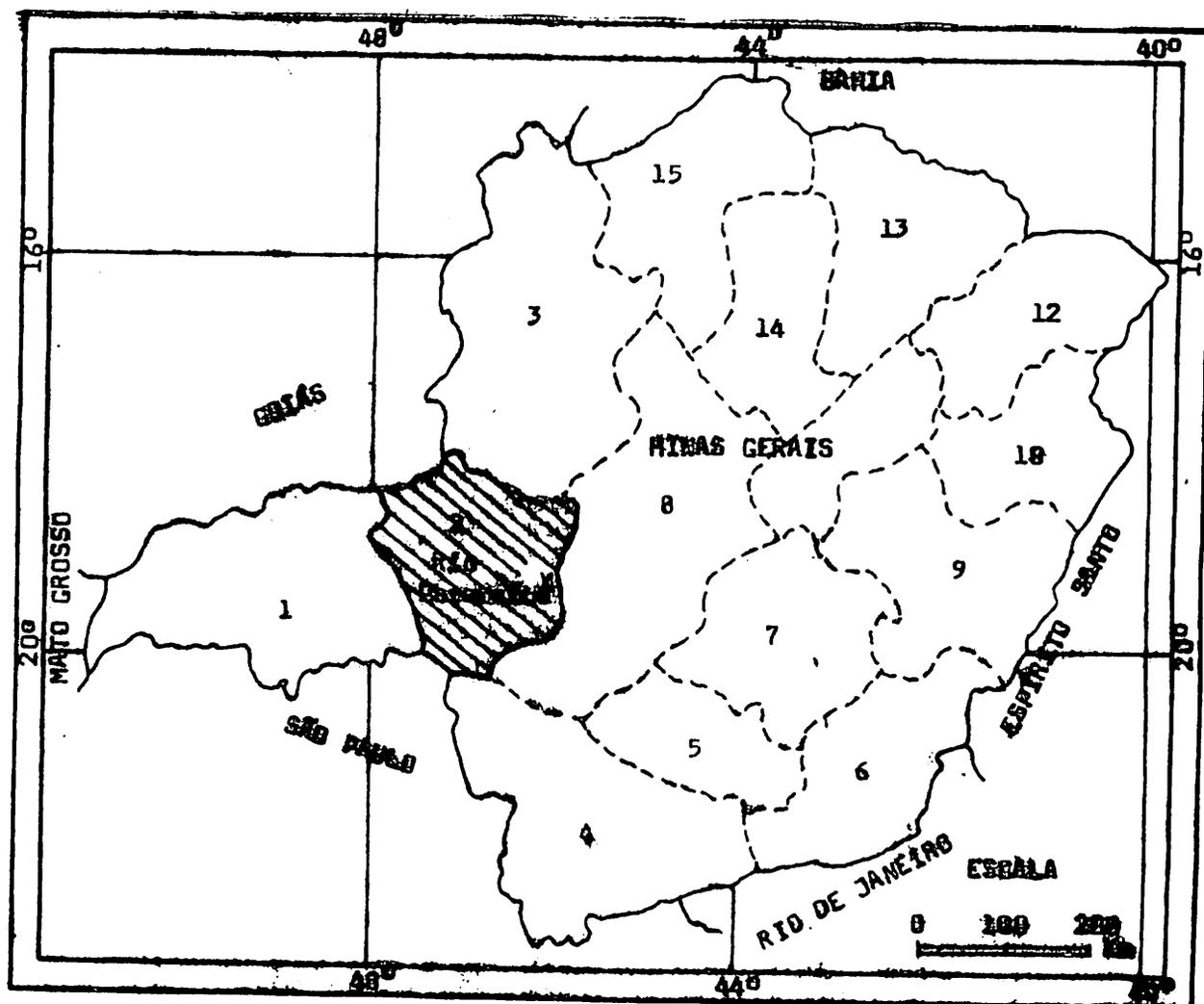


FIGURA 1. Localização do Município de Rio Paranaíba no Estado de Minas Gerais.

1. Triângulo; 2. Paranaíba; 3. Paracatu; 4. Sul; 5. Campo das Vertentes; 6. Mata; 7. Metalúrgica; 8. São Francisco; 9. Rio Doce; 10. Mucuri; 11. Alto Jequitinhonha; 12. Médio Jequitinhonha; 13. Itacambira; 14. Montes Claros; 15. Alto Médio São Francisco.

Os tufos caóticos da região de Patos de Minas e Carmo do Paranaíba (Fácies Patos), são conhecidos como "chaminés alcalinas" e recobrem uma área aproximada de 2.170km<sup>2</sup>. Estas rochas piroclásticas gradam para tufito tanto lateral como verticalmente segundo BARBOSA et alii (3) e são constituídas de fragmentos de tamanho médio e fino, provenientes de atividades vulcânicas e/ou de material resultante da pulverização de rochas pré-existentes, LEINS & LEONARDOS (27).

Segundo BARBOSA et alii (3) os tufos se originaram de erupções vulcânicas subaquáticas. Os terremotos e derrames de cinzas originaram correntes de turvação, processo responsável pelas deformações penecontemporâneas e nos bordos das chapadas desenvolve-se uma carapaça laterítica conhecida como "tapiocanga" formando, às vezes, uma cornija bem destacada ou aflorando como grandes conglomerados ferruginosos, em áreas mais dissecadas. A ocorrência de carga laterítica, evidencia uma condição climática diferente da atual, talvez iniciada no Terciário Inferior.

Na região de São Gotardo e Carmo do Paranaíba não ocorrem os Fácies Ponte Alta, mas um conglomerado situado a 60-80 metros da base da formação poderia corresponder a seu nível, e em grande parte do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e na bacia do Paraná, foi depositada uma camada de arenitos argilosos, constituindo os fácies Uberaba e Ponte Alta, paralisando assim a sedimentação Bauru, provavelmente no fim da era Mesozóica, conforme BARBOSA et alii (3).

#### 3.1.2.2. Clima

O clima regional é do tipo 4 cTh (termoxeroquimênico atenuado), tropical quente e de seca atenuada, com a estação seca de 3 a 4 meses e índice xerotérmico entre 40 e 100 conforme IPEA (19). Pela classificação de Koppen, o clima é Cwa, com temperatura média anual do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio inferior a 18°C. A precipitação média anual é em torno de

1400 mm e os períodos secos mais frequentes ocorrem nos meses de junho e agosto, BDMG (8). Normalmente ocorrem durante o período chuvoso, os "veranicos", que são pequenos períodos de completa estiagem e intensa insolação.

### 3.1.2.3. Vegetação

Na chapada, onde ocorre a unidade Latossolo Vermelho Amarelo, a vegetação é típica de cerrado. Já na área de ocorrência da unidade Latossolo Roxo, a vegetação é bem mais densa, onde as condições de topografia tornam-se mais acidentadas.

Atualmente, segundo CARMO (12), devido ao grande incremento agrícola que ocorre na região, a vegetação natural tem sido substituída por campos de cultura, principalmente na parte mais alta e de topografia mais plana, onde predomina o Latossolo Vermelho Amarelo. Na área de ocorrência do Latossolo Roxo a exploração é com pastagem natural, restando pouco da vegetação primitiva.

### 3.1.3. Descrição morfológica dos perfis

Neste estudo foram utilizados dois perfis representativos da área do município de Rio Paranaíba - MG., descritos por CARMO (12). A seguir é apresentada a situação, descrição e a localização dos referidos perfis; segundo LEMOS e SANTOS (28).

Perfil nº 1 (P<sub>1</sub>)

Classificação - Latossolo Vermelho Amarelo Distrófica textura argilosa relevo plano substrato sedimentos argilosos.

Localização - Estado de Minas Gerais, município de Rio Paranaíba, ao longo da BR-354, km 97, sentido São Gotardo - Patos de Minas, entrando 2 km à direita.

Situação e declive - trincheira numa chapada com 1,5% de declive.

Altitude - 1142 metros.

Litologia e Formação Geológica - Formação Bambuí.

Material originário - sedimentos argilosos.

Relevo - plano.

Erosão - laminar ligeira.

Drenagem - acentuadamente drenado.

Vegetação - campo cerrado.

Uso atual - pastagem natural e culturas de soja e trigo.

- A<sub>1</sub> - 0-16 cm, bruno (7,5 YR 5/4, úmido), bruno escuro (7,5 YR 4/4, úmido amassado), bruno forte (7,5 YR 5/6, seco); argila pesada; moderada pequena e média, blocos subangulares que se desfazem em grânulos; poros comuns médios; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- A<sub>3</sub> - 16-28 cm, vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido, bruno avermelhado (5 YR 5/4, úmido amassado), bruno forte (7,5 YR 5/8, seco); argila pesada; moderada pequena e média, blocos subangulares que se desfazem em grânulos; poros comuns médios; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- B<sub>1</sub> - 28-52 cm, vermelho amarelado (5 YR 4/8, úmido), vermelho amarelado (5 YR 5/6, seco); argila pesada; aspecto de maciça porosa "in situ" que se desfaz em forte muito pequena granular; muitos poros muito pequenos; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- B<sub>21</sub> - 52-92 cm, vermelho amarelado (5 YR 5/8, úmido), amarelo avermelhado (5 YR 6/8, seco); argila pesada; aspecto de maciça porosa "in situ" que

se desfaz em forte muito pequena granular; muito poroso; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e difusa e plana.

B<sub>22</sub> - 92-155 cm, vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido), vermelho amarelado (5 YR 5/8, seco); argila pesada; aspecto de maciça porosa "in situ" que se desfaz em forte muito pequena granular; muitos poros muito pequenos; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual a difusa e plana.

B<sub>23</sub> - 155-300 cm +, vermelho amarelado (5 YR 5/6, úmido), vermelho amarelado (5 YR 5/8, seco); argila pesada; aspecto de maciça porosa que se desfaz em forte muito pequena granular; poros comuns muito pequenos; muito duro, firme, plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes: Comuns no A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>; poucas a comuns no B<sub>1</sub> e B<sub>21</sub>; poucas no B<sub>22</sub> e raras no B<sub>23</sub>.

OBS.: Presença de nódulos argilosos da forma esférica com diâmetro em torno de 1 cm, no horizonte B<sub>23</sub>. O matiz destes nódulos é amarelo brunado (10 YR 6/6).

Perfil nº 2 (P<sub>2</sub>)

Classificação - Latossolo Roxo Distrófico textura argilosa relevo forte ondulado do substrato tufo vulcânicos.

Localização - Estado de Minas Gerais, município de Rio Paranaíba, ao longo da BR-354, km 75, sentido São Gotardo - Patos de Minas, entrando 1 km à esquerda.

Situação e declive - trincheira no terço médio-superior de uma encosta com 22% de declive.

Altitude - 1069 metros.

Litologia e Formação Geológica - Formação Bambuí.

Material originário - tufos vulcânicos.

Relevo - forte ondulado.

Erosão - laminar moderada.

Drenagem - acentuadamente drenado.

Vegetação - cerradão.

Uso atual - pastagem de capim gordura.

- A<sub>1</sub> - 0-34 cm, bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4, úmido), vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido amassado), vermelho escuro (2,5 YR 3/6, seco) ; argila; moderada pequena e média granular; poros comuns médios; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- A<sub>3</sub> - 34-60 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido amassado), bruno avermelhado (2,5 YR 4/4, seco); argila; moderada a fraca média blocos subangulares e moderada a fraca pequena granular; poros comuns médios e muitos poros comuns; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual a difusa e plana.
- B<sub>1</sub> - 60-102 cm, vermelho escuro (10 R 3/6, úmido), vermelho fraco (10 R 4/3, seco); argila; maciça que se desfaz em forte muito pequena granular ; muitos poros pequenos; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- B<sub>21</sub> - 102-200 cm, vermelho escuro (10 R 3/6, úmido), vermelho (10 R 4/6, seco); argila; maciça que se desfaz em forte muito pequena granular; muitos poros muito pequenos; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

- B<sub>22</sub> - 200-250 cm, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), bruno avermelhado (2,5 YR 4 /4, seco); argila; maciça que se desfaz em forte muito pequena granular; muitos poros muito pequenos; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- B<sub>23</sub> - 250-300 cm +, vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido), bruno avermelhado (2,5 YR 4/4, seco); argila; maciça que se desfaz em forte muito pequena granular; muitos poros muito pequenos; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes: Comuns no A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>; poucas no B<sub>1</sub>; raras no B<sub>21</sub>, B<sub>22</sub> e B<sub>23</sub>.

OBS.: A massa do solo é atraída pelo imã (magneto).

#### 3.1.4. Peneiras

Peneiras com malhas de 1000, 500, 250, 105 e 53 microns foram utilizadas para a separação da fração areia de cada uma das subamostras de solo, em areia muito grossa, grossa, média, fina e muito fina, respectivamente, segundo recomendações de JEFFRIES (21).

#### 3.1.5. Instrumental óptico

Os minerais foram identificados em um microscópio petrográfico, Carl Zeiss, de fabricação germânica. O aumento empregado na contagem e identificação das espécies minerais foi de 80 vezes, examinando-se toda a lâmina.

## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Remoção de sais solúveis

Foram seguidas as recomendações de JACKSON (20). Colocou-se em becker, com capacidade para 600 ml, 10 g de TFSA, de cada uma das amostras de solo, às quais adicionaram-se aproximadamente, 100 ml da solução normal de acetato de sódio ajustada a  $\text{pH} = 5,0$ . Aqueceu-se durante 30 minutos em banho-maria, agitando-se de 5 em 5 minutos. O sobrenadante foi sifonado e o material sólido lavado com nova porção de solução de acetato de sódio  $\text{pH} = 5,0$ , por mais duas vezes.

### 3.2.2. Eliminação da matéria orgânica

Segundo recomendações de JACKSON (20), juntaram-se ao material sólido do solo, agora apresentando reação ácida, 5 ml de  $\text{H}_2\text{O}_2$  a 30%. Após a diminuição da reação de oxidação, levou-se a amostra ao banho-maria ( $65^\circ\text{--}70^\circ\text{C}$ ). Neste o calor novamente intensificou a reação, e mais 5 ml de  $\text{H}_2\text{O}_2$  a 30% foram adicionadas quando a mesma se abrandava. Durante o tratamento os beckers com as amostras foram conservados tampados com vidro de relógio. Novas porções de  $\text{H}_2\text{O}_2$  a 30% foram adicionadas, quando necessárias. Encerrando esta etapa, as amostras foram submetidas a um processo de evaporação até a uma pasta rala e em seguida lavadas com solução de acetato de sódio ajustada a  $\text{pH} = 5,0$ .

### 3.2.3. Remoção dos óxidos de ferro livre

O método utilizado foi o do ditionito - citrato - bicarbonato de sódio, descrito por Aguilera e Jackson em 1953 e citado por BAHIA (1). Adicionaram-se ao material sólido do solo 40 ml de solução de citrato de sódio 0,3 M e 5 ml de solução de bicarbonato de sódio 1 M, aquecendo-se a seguir em banho-

-maria. Finalmente, adicionou-se aproximadamente 1 grama de ditonito de sódio em pó, após o que as amostras foram deixadas a reagir por 15 minutos, a uma temperatura entre 75 e 80°C, segundo as recomendações dos autores, visto que a cima desta temperatura pode ocorrer a precipitação do ferro em forma de sulfeto.

Em seguida adicionaram-se 400 ml de solução de cloreto de sódio a 5% para promover a floculação. Após 24 horas, o sobrenadante foi sifonado e, ao material sólido do solo foi novamente adicionado cloreto de sódio, até que o sobrenadante permanecesse incolor.

#### 3.2.4. Dispersão

Os materiais sólidos dos solos, nos beckers, foram saturados com íon sódio por tratamento com 200 ml de solução de carbonato de sódio a 2%, agitados e aquecidos em banho-maria por 30 minutos conforme JACKSON (20), após o que o sobrenadante foi decantado. Adicionaram-se 500 ml de água destilada, agitando-se em seguida, quando então as partículas do material sólido entraram em dispersão. Quando não houve a dispersão, o sobrenadante foi sifonado e o material sólido do solo foi tratado com álcool etílico absoluto, repetindo-se o tratamento com água destilada e agitação.

#### 3.2.5. Separação da fração areia das frações silte e argila

A fração areia total foi separada das frações silte e argila através de um tamis de 53 microns de malha. As partículas retidas no ~~tamis~~ /a foram lavadas com jatos de acetona e deixadas a secar. O tamis foi agitado para deixar passar as partículas menores que 53 microns que haviam sido retidas por tamisagem via úmida.

### 3.2.6. Fracionamento da areia total

A fração areia total foi separada por peneiramento a seco em cinco classes de tamanho, segundo as recomendações de JEFFRIES (21) em: areia muito grossa, grossa, média, fina e muito fina. Usou-se para tal separação o jogo de peneiras citado no item 3.1.4.

### 3.2.7. Separação dos minerais leves e pesados da subfração areia muito fina

Os minerais leves e pesados foram analisados na subfração areia muito fina, conforme recomendação de RUBEY (38), e, segundo KRUMBEIN & PETTICORN (24), separou-se estes em funis separadores, usando-se como líquido pesado o bromofórmio de densidade 2,85-2,87. Após a separação, o bromofórmio aderente à superfície dos grãos foi removido por lavagem com álcool etílico, postos a secar, pesados e guardados para montagem das lâminas.

### 3.2.8. Separação dos minerais magnéticos

Os minerais magnéticos foram removidos dos minerais pesados da subfração areia muito fina com o auxílio de um ímã, para facilitar a identificação dos não magnéticos.

### 3.2.9. Montagem de lâminas para microscopia

As lâminas permanentes dos minerais pesados não magnéticos foram montados com Bálsamo do Canadá natural para fins de identificação mineralógica quali e quantitativa, e dos minerais leves, para análise de arredondamento, sobre lâminas de microscopia de 46 x 26 mm.

### 3.2.10. Arredondamento dos grãos de quartzo

Foram montadas 12 lâminas utilizando-se minerais leves da sub-fração areia muito fina, correspondendo cada uma a um horizonte dos perfis estudados, sendo examinados 50 grãos de quartzo por amostra conforme recomendação de MARCONI (30). Através da técnica de comparação visual proposta por KRUMBEIN & SLOSS (25), determinou-se o arredondamento.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise granulométrica

Os resultados em percentagem das frações argila, limo, areia total e as subfrações desta última para os Latossolos ( $P_1$  e  $P_2$ ) estão apresentados nos Quadros 1 e 2, segundo os intervalos recomendados por JEFFRIES (21). A subfração dominante ou moda é representada pela areia fina para ambos os solos, concordando com os resultados obtidos por BAHIA (2) estudando um Latossolo Roxo do município de Lavras, MG.

O fracionamento das areias apresentou a dominância da subfração areia fina, seguida de areia média, areia muito fina, areia grossa e areia muito grossa para o Latossolo Vermelho Amarelo. Já para o Latossolo Roxo não foi observado um comportamento uniforme. Com exceção do sub-horizonte  $B_{21}$  a distribuição foi idêntica à do Latossolo Vermelho Amarelo, enquanto neste sub-horizonte, embora a moda tenha sido a subfração areia fina, esta foi seguida por areia muito grossa, areia grossa, areia média e areia muito fina.

Pelos resultados da areia total do Latossolo Vermelho Amarelo verifica-se uma uniformidade em todo o perfil, não evidenciando a presença de descontinuidade litológica, concordando com BARSHAD (4), BAHIA (2) e OLIVEIRA (34).

Para o Latossolo Roxo os resultados da areia total apresentaram uma variação na profundidade de 102-200 cm, indicando provavelmente a ocorrência de descontinuidade litológica. Estes resultados estariam de acordo com OLIVEIRA (34), sendo posteriormente confirmados pelos índices utilizados.

QUADRO 1. Resultados da análise mecânica do Latossolo Vermelho Amarelo (P<sub>1</sub>).

Horizonte	Profundidade cm	Argila *	Limo *	Areia					Total
				MG	G	M	F	MF	
A <sub>1</sub>	0 - 16	87,30	10,85	0,04	0,16	0,46	0,93	0,26	1,85
A <sub>3</sub>	16 - 28	87,09	11,30	0,04	0,18	0,43	0,75	0,21	1,61
B <sub>1</sub>	28 - 52	89,70	8,56	0,09	0,19	0,41	0,79	0,26	1,74
B <sub>21</sub>	52 - 92	91,04	7,00	0,02	0,28	0,51	0,88	0,27	1,96
B <sub>22</sub>	92 - 155	91,63	6,63	0,00	0,22	0,41	0,83	0,28	1,74
B <sub>23</sub>	155 - 300+	89,54	8,57	0,09	0,21	0,44	0,84	0,31	1,89

MG = muito grossa, G = grossa, M = média, F = fina e MF = muito fina

\* Determinado pelo método da pipeta, conforme GROHMANN & VAN RAIJ (17).

QUADRO 2. Resultados da análise mecânica do Latossolo Roxo (P<sub>2</sub>).

Horizonte	Profundidade	Argila *	Limo *	Areia					Total
				MG	G	M	F	MF	
	cm	%							
A <sub>1</sub>	0 - 34	53,76	21,66	1,50	2,95	5,33	11,00	3,80	24,58
A <sub>3</sub>	34 - 60	59,11	17,23	1,63	2,52	4,41	11,15	3,95	23,66
B <sub>1</sub>	60 - 102	59,30	16,48	2,06	2,86	4,42	10,88	4,00	24,22
B <sub>21</sub>	102 - 200	51,77	17,41	6,70	5,15	4,70	10,49	3,78	30,82
B <sub>22</sub>	200 - 250	58,37	14,27	3,17	3,34	5,05	11,28	4,52	27,36
B <sub>23</sub>	250 - 300+	59,76	13,26	2,48	3,69	5,04	11,38	4,39	26,98

MG = muito grossa, G = grossa, M = média, F = fina e MF = muito fina

\* Determinado pelo método da pipeta, conforme GROHMANN & VAN RAIJ (17).

Deve-se ressaltar ainda que a fração areia total para o Latossolo Vermelho Amarelo não ultrapassou a 2%, variando de 1,61% a 1,96%. Estes valores são muito baixos, o que leva a hipótese de o material de origem deste solo ser muito pobre em quartzo.

#### 4.2. Arredondamento dos grãos de quartzo

Os resultados encontrados para o grau de arredondamento dos grãos de quartzo estão apresentados nos Quadros 3, 4, 5 e 6.

Os valores médios obtidos permitiram classificar o Latossolo Vermelho Amarelo como subangular e o Latossolo Roxo como subarredondado, segundo as recomendações de PETTIJOHN (37). Associando-se os valores médios obtidos para arredondamento com o transporte dos sedimentos conforme Daubrée, citado por PETTIJOHN (37), KRUMBEIN (23) e SOUZA (43), verificou-se que o Latossolo Roxo foi mais afetado que o Latossolo Vermelho Amarelo, talvez por condições de relevo.

Os valores da distribuição do arredondamento para os solos estudados estão representados na Figura 2.

Os índices de arredondamento obtidos foram inferiores aos encontrados por MARCONI (30) em solos derivados de sedimentos eólicos quando a média foi de 0,54 e os de BAHIA (1) que foram de 0,42 e 0,47 para um solo formado de sedimentos retrabalhados da formação Corumbataí. Os resultados encontrados no presente trabalho são superiores aos obtidos por BAHIA (2) e OLIVEIRA (34) para um Latossolo Roxo do município de Lavras, MG., talvez devido a contaminação do material de origem do solo.

#### 4.3. Descontinuidades litológicas

As Figuras 3 a 10 mostram as variações em função da profundidade, dos índices areia fina/areia grossa, areia muito fina/areia grossa, zirconita/

QUADRO 3. Arredondamento dos grãos de quartzo da subfração areia muito fina do Latossolo Vermelho Amarelo (P<sub>1</sub>). Frequências observadas.

Horizontes	Grau de Arredondamento					Total
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	
A <sub>1</sub>	3	26	16	5	-	50
A <sub>3</sub>	3	31	13	3	-	50
B <sub>1</sub>	3	31	14	2	-	50
B <sub>21</sub>	4	31	13	2	-	50
B <sub>22</sub>	4	32	13	1	-	50
B <sub>23</sub>	6	30	13	1	-	50
Total	23	181	82	14	-	300

QUADRO 4. Médias ponderadas de arredondamento dos grãos de quartzo da subfração areia muito fina, do Latossolo Vermelho Amarelo (P<sub>1</sub>).

Horizontes	Médias
A <sub>1</sub>	0,39
A <sub>3</sub>	0,36
B <sub>1</sub>	0,36
B <sub>21</sub>	0,35
B <sub>22</sub>	0,34
B <sub>23</sub>	0,34
Média do Perfil	0,36

QUADRO 5. Arredondamento dos grãos de quartzo da subfração areia muito fina do Latossolo Roxo (P<sub>2</sub>). Frequências observadas.

Horizontes	Grau de Arredondamento					Total
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	
A <sub>1</sub>	3	21	21	5	-	50
A <sub>3</sub>	2	22	21	5	-	50
B <sub>1</sub>	2	23	21	4	-	50
B <sub>21</sub>	4	22	20	4	-	50
B <sub>22</sub>	2	24	21	3	-	50
B <sub>23</sub>	3	25	20	2	-	50
Total	16	137	124	23	-	300

QUADRO 6. Médias ponderadas de arredondamento dos grãos de quartzo da subfração areia muito fina, do Latossolo Roxo (P<sub>2</sub>).

Horizontes	Médias
A <sub>1</sub>	0,41
A <sub>3</sub>	0,42
B <sub>1</sub>	0,41
B <sub>21</sub>	0,40
B <sub>22</sub>	0,40
B <sub>23</sub>	0,38
Média do Perfil	0,40

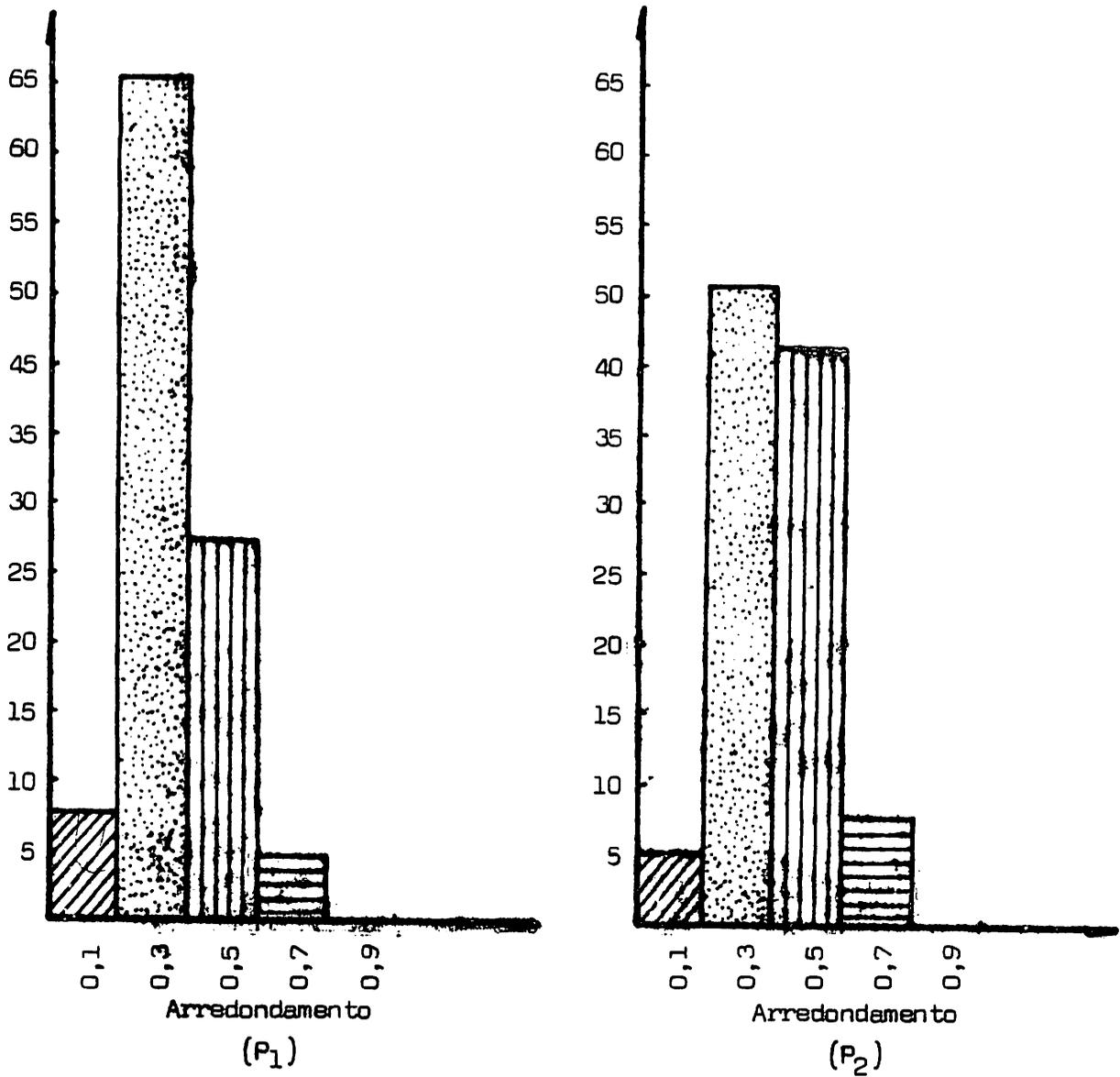


FIGURA 2. Histograma dos arredondamentos dos grãos de quartzo para os perfis P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub>.

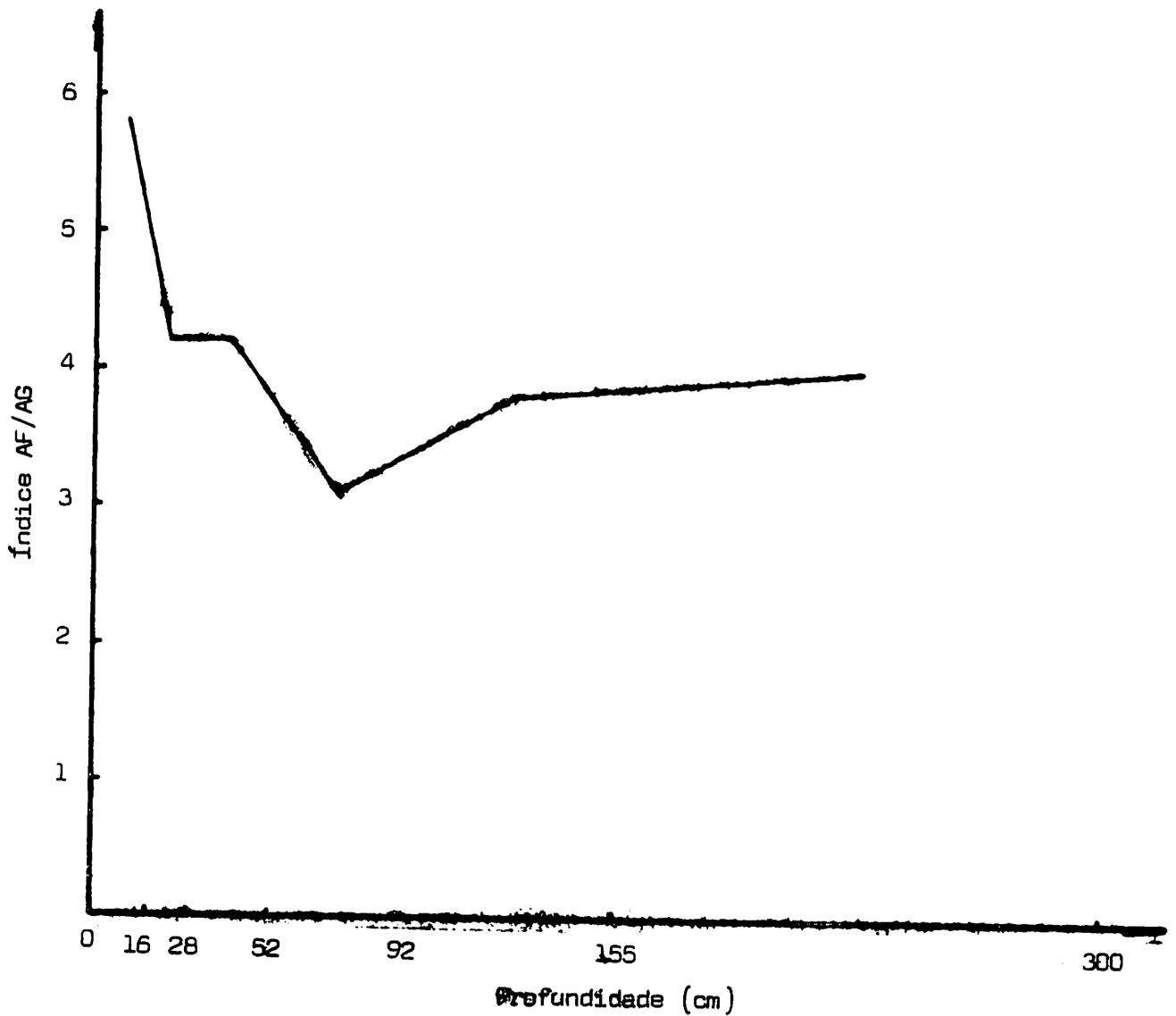


FIGURA 3. Variação do índice AF/AG de acordo com a profundidade para o Latossolo Vermelho Amarelo (Pi) (AF = areia fina e AG = areia grossa) , baseada nos dados do Quadro 1.

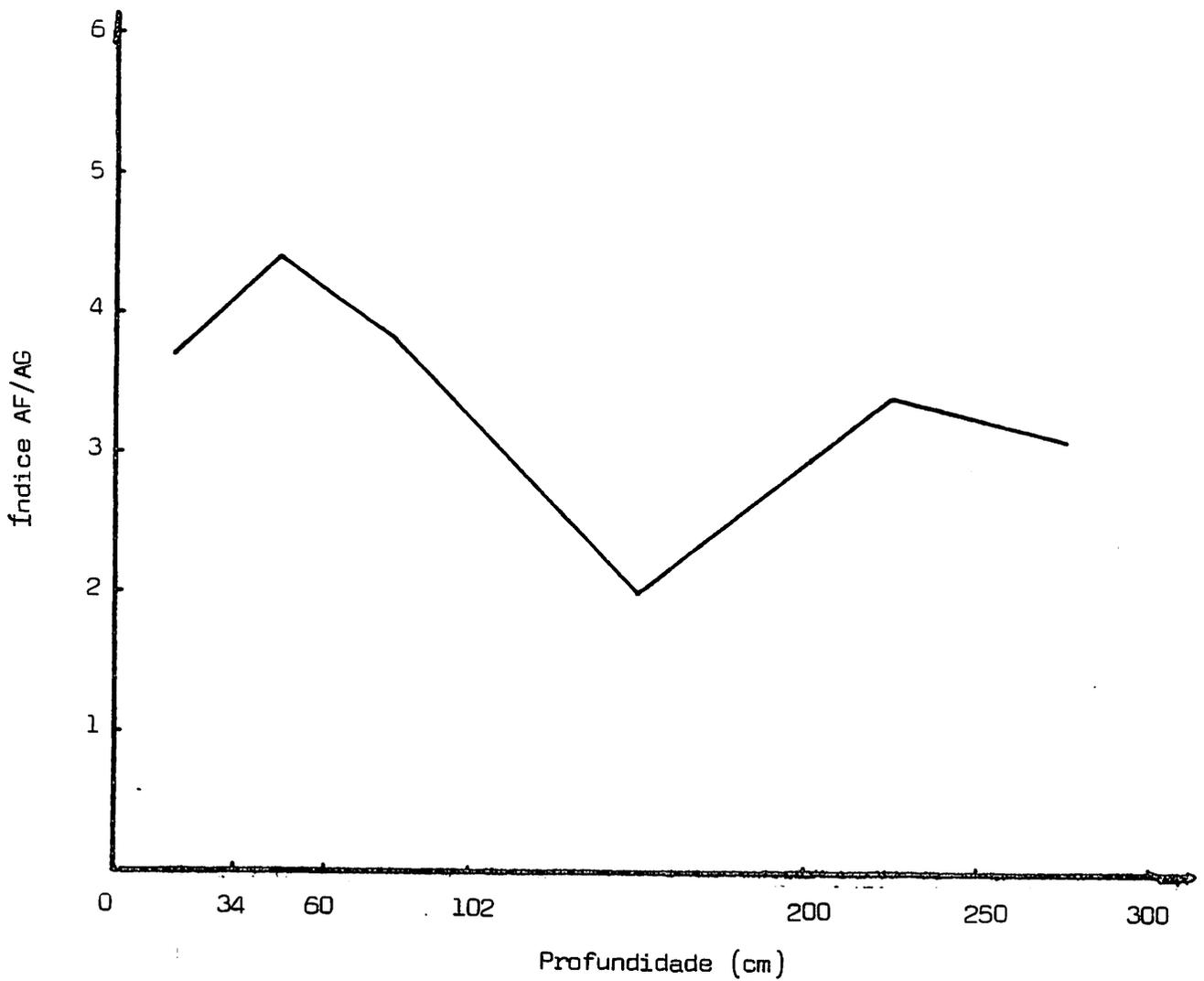


FIGURA 4. Variação do índice AF/AG de acordo com a profundidade para o Latosolo Roxo (P<sub>2</sub>) (AF = areia fina e AG = areia grossa), baseada nos dados do Quadro 2.

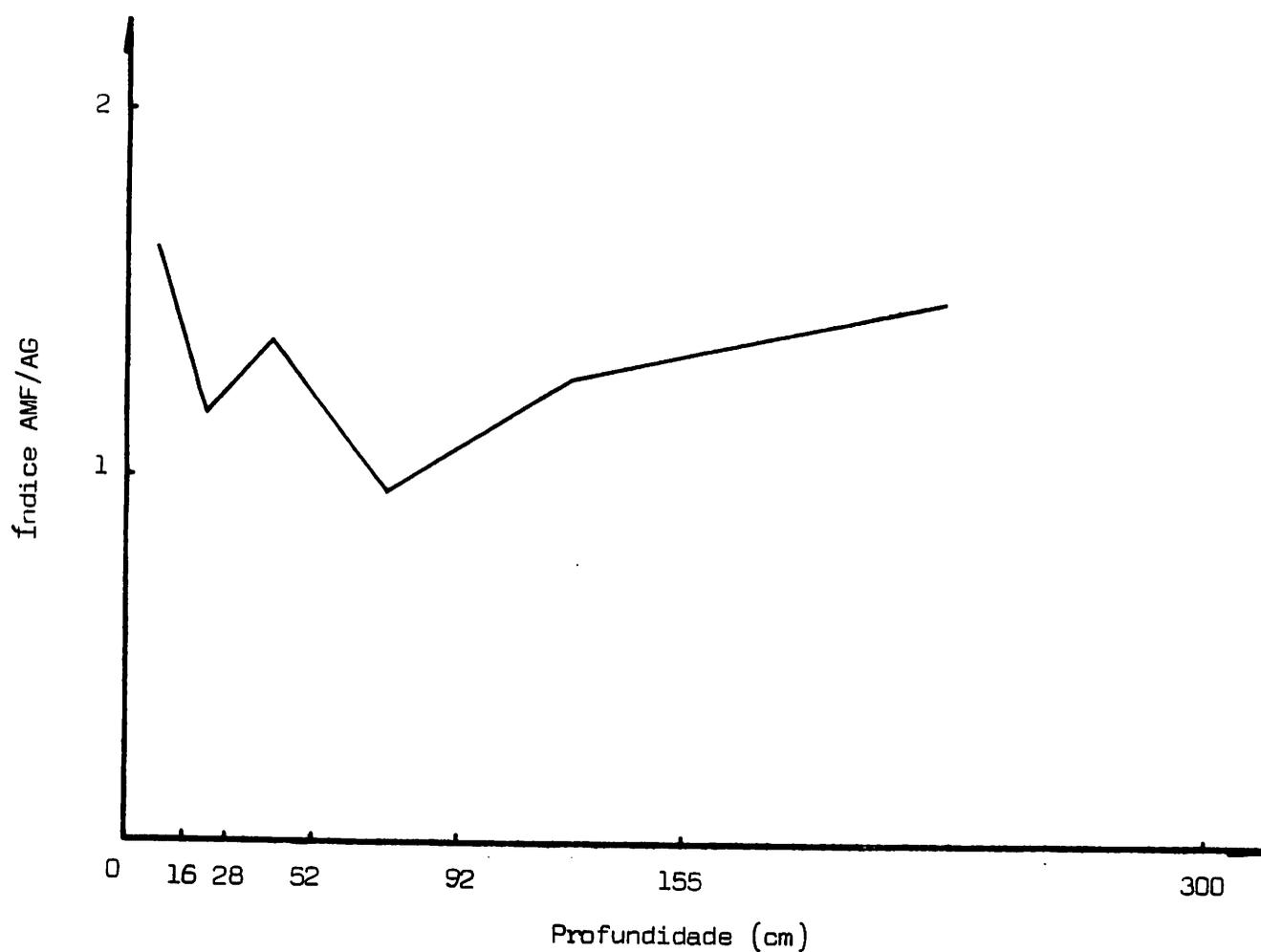


FIGURA 5. Variação do índice AMF/AG de acordo com a profundidade para o Latossolo Vermelho Amarelo (P<sub>1</sub>) (AMF = areia muito fina e AG = areia grossa), baseada nos dados do Quadro 1.

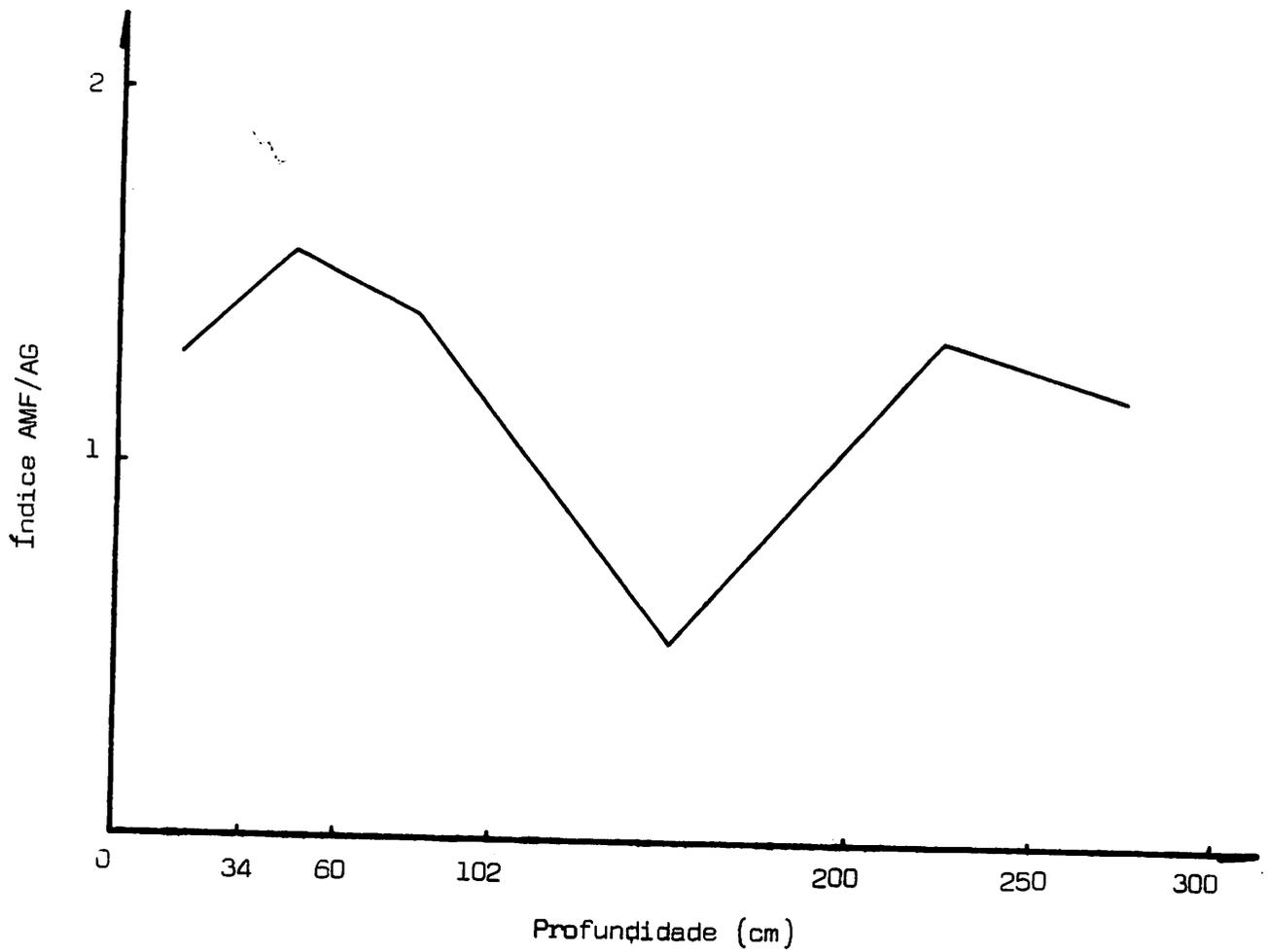


FIGURA 6. Variação do índice AMF/AG de acordo com a profundidade para o Latosolo Roxo (P<sub>2</sub>) (AMF = areia muito fina e AG = areia grossa), baseada nos dados do Quadro 2.

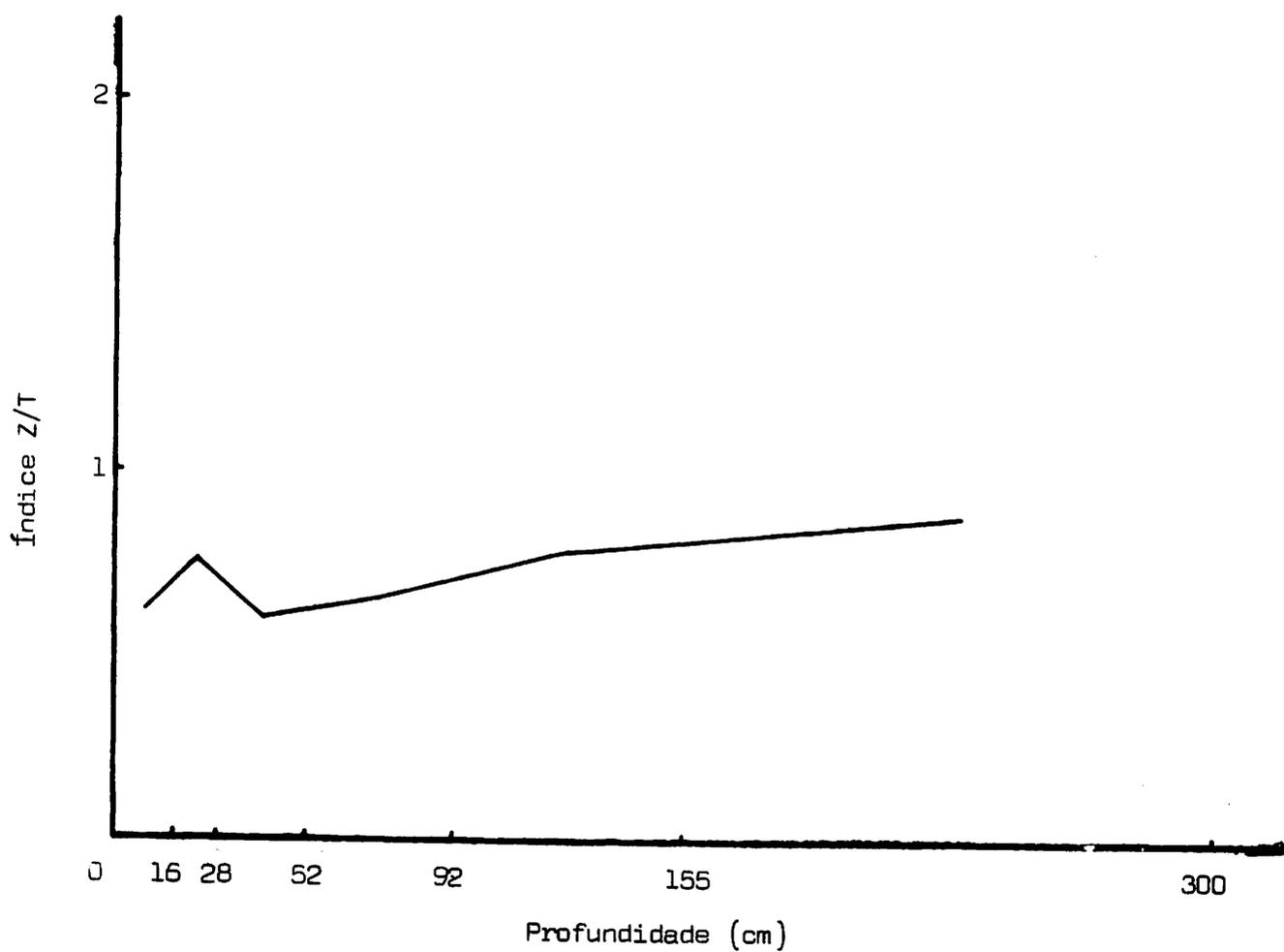


FIGURA 7. Variação do índice Z/T de acordo com a profundidade para o Latossolo Vermelho Amarelo (P<sub>1</sub>) (Z = zirconita e T = turmalina), baseada nos dados do Quadro 10.

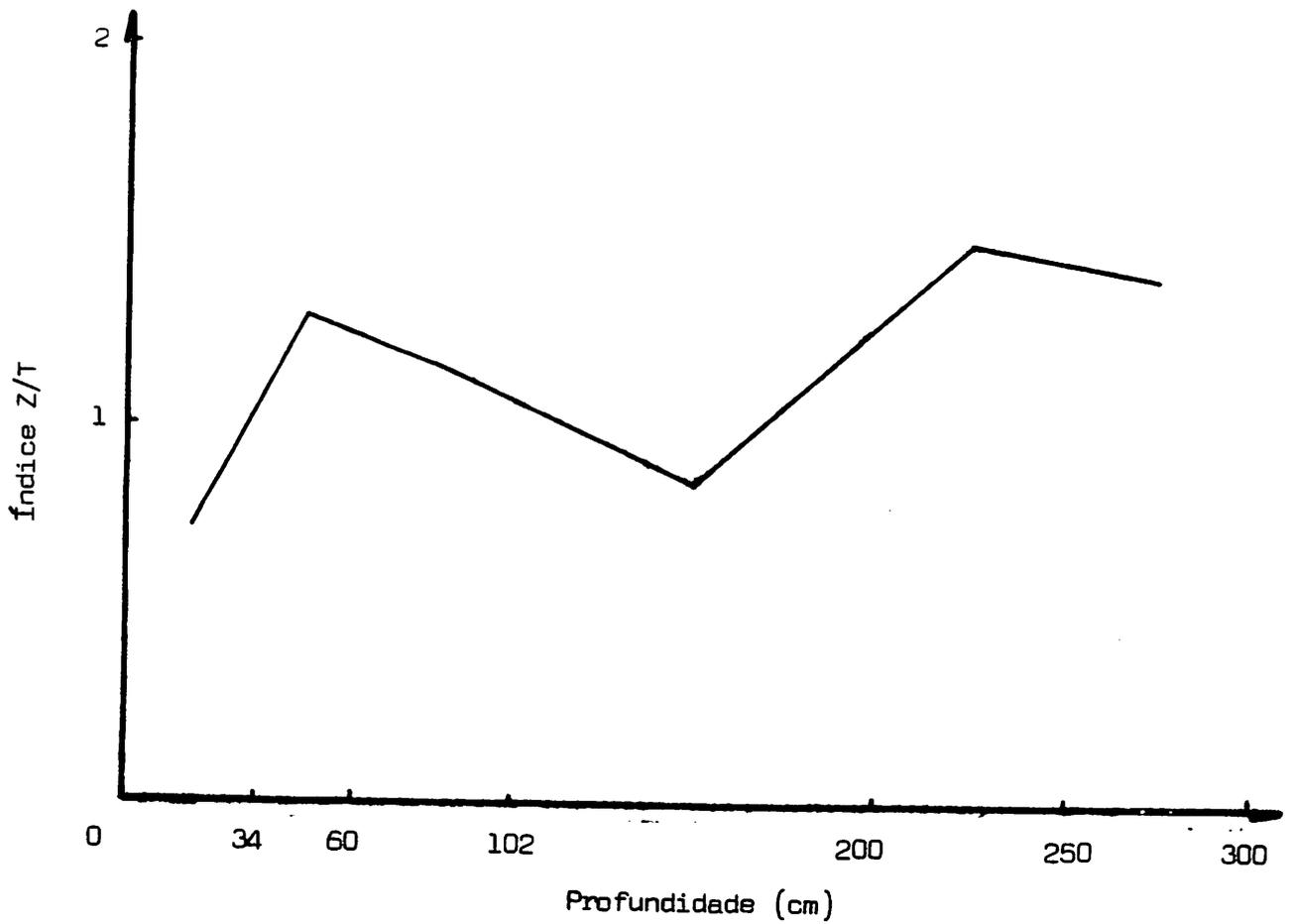


FIGURA 8. Variação do índice Z/T de acordo com a profundidade para o Latossolo Roxo (P<sub>2</sub>) (Z = zirconita e T = turmalina), baseada nos dados do Quadro 12.

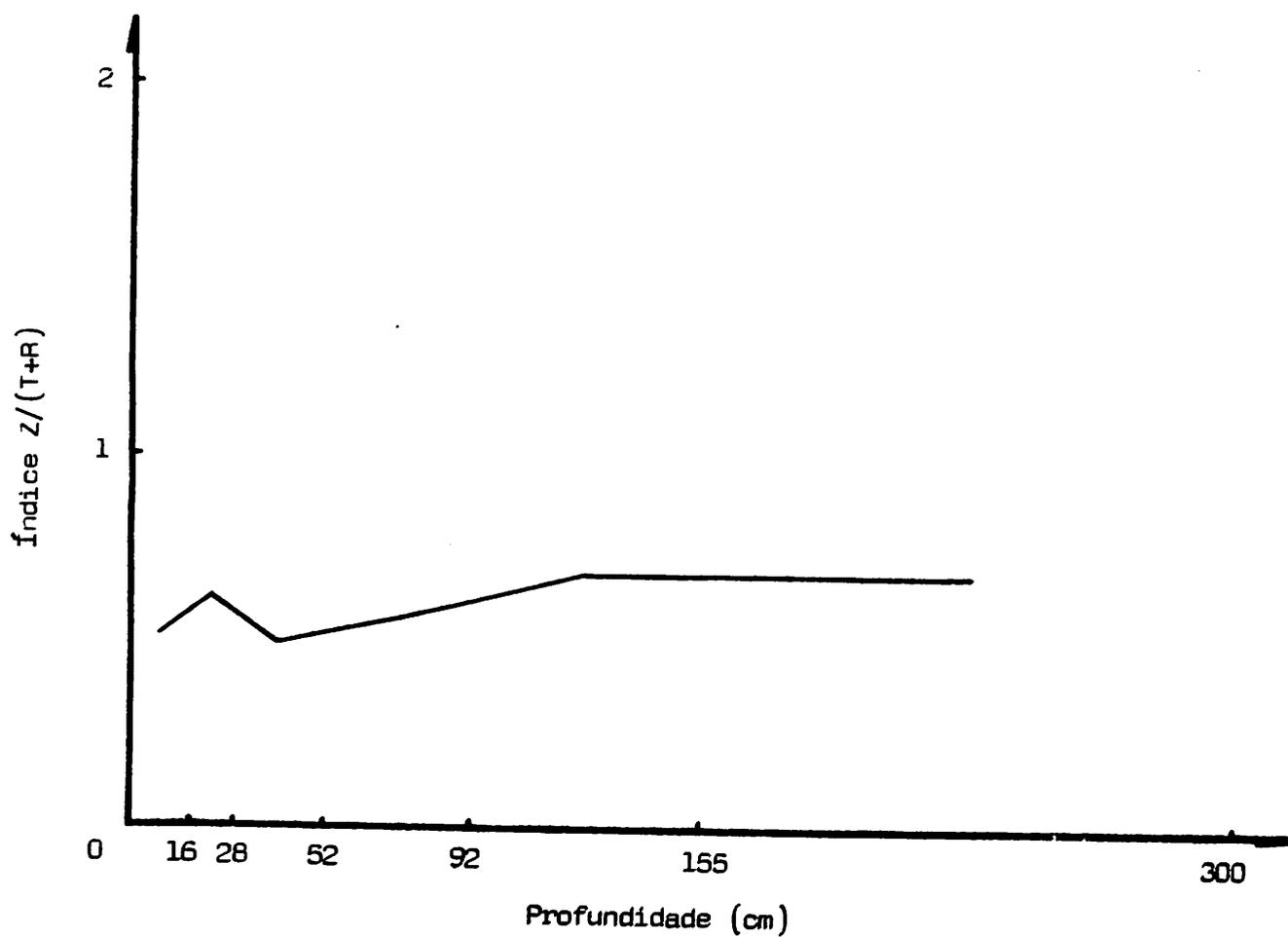


FIGURA 9. Variação do índice  $Z/(T+R)$  de acordo com a profundidade para o Latosolo Vermelho Amarelo (P<sub>1</sub>) (Z = zirconita, T = turmalina e R = rutilo), baseada nos dados do Quadro 10.

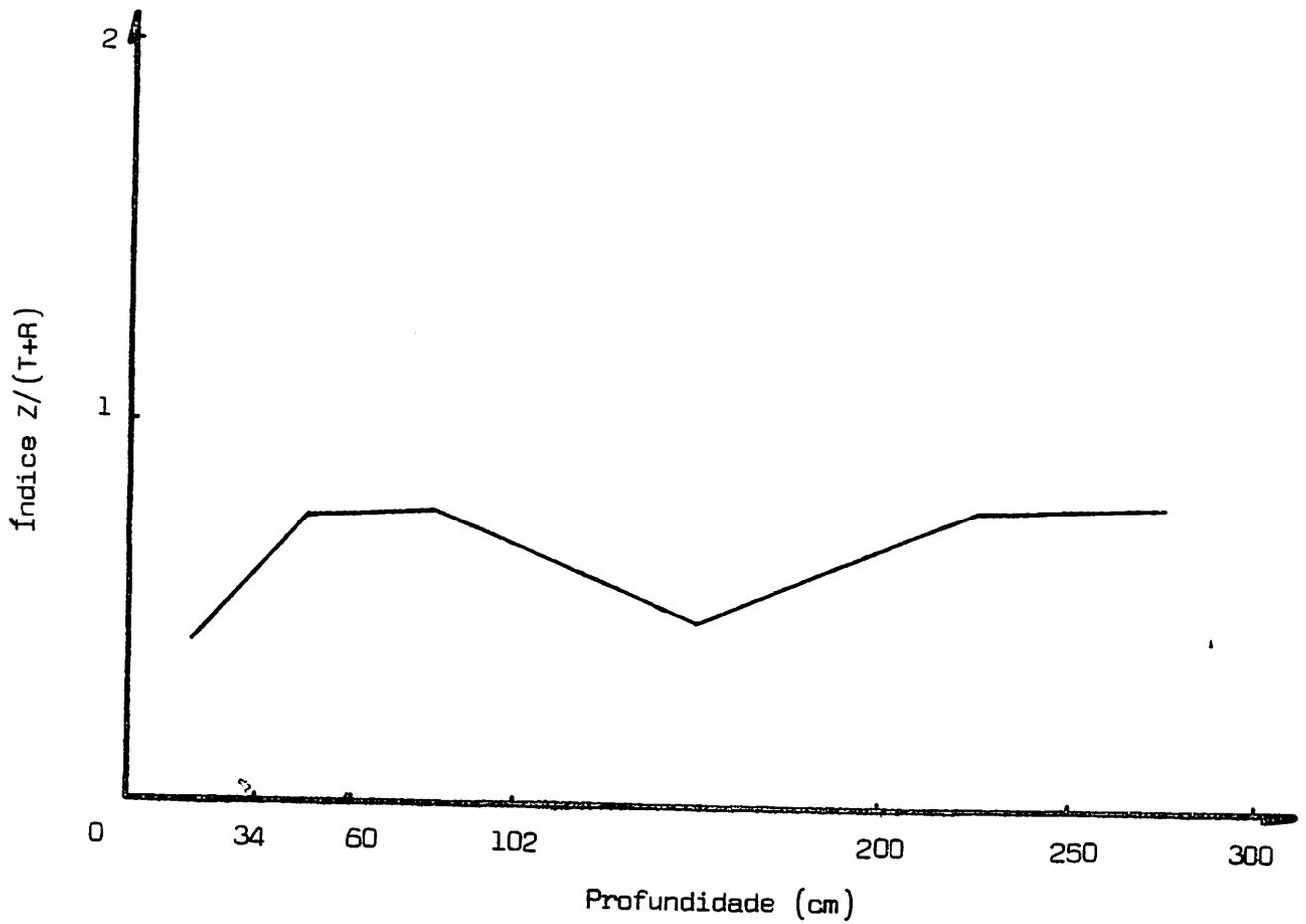


FIGURA 10. Variação do índice  $Z/(T+R)$  de acordo com a profundidade para o Latos solo Roxo ( $P_2$ ) (Z = zirconita, T = turmalina e R = rutilo), baseada nos dados do Quadro 12.

/turmalina e zirconita/(turmalina + rutilo) respectivamente para o Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Roxo.

Para o Latossolo Vermelho Amarelo, as curvas tiveram geralmente uma tendência normal, indicando ausência de descontinuidade litológica, embora os índices areia fina/areia grossa e areia muito fina/areia grossa, apresentem menores valores para a profundidade de 52 a 92 cm. As curvas para os outros índices, zirconita/turmalina e zirconita/(turmalina + rutilo) não tiveram comportamento semelhante aos dois índices anteriores, não confirmando a ocorrência da descontinuidade litológica, estando de acordo com BARSHAD (4), que recomenda a utilização de vários índices.

Para o Latossolo Roxo as curvas em relação a todos os índices utilizados apresentaram um ponto de mínimo, após um máximo para a profundidade de 102-200 cm, o que segundo RUHE (39) indicam provavelmente a ocorrência de uma descontinuidade litológica não associada a linha de seixos visto que esta não foi observada no campo. Esta hipótese é reforçada através da interpretação dos índices areia fina/areia grossa e areia muito fina/areia grossa concordando com TYLER, RIECKEN & ALLEN (42) e WINKELJOHANN (44) e os índices zirconita/turmalina e zirconita/(turmalina + rutilo) segundo RUHE (39). Dessa forma, a sequência normal dos horizontes para o Latossolo Roxo deverá ser: A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>, B<sub>1</sub>, IIB<sub>21</sub>, IIB<sub>22</sub> e IIB<sub>23</sub>.

#### 4.4. Gênese dos solos

Nos Quadros 7 e 8 estão apresentados os valores em percentagem dos minerais leves e pesados da subfração areia muito fina dos solos estudados

##### 4.4.1. Minerais leves

No Latossolo Vermelho Amarelo os minerais leves são dominantes,

QUADRO 7. Porcentagem de minerais leves e pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Vermelho Amarelo (P<sub>1</sub>).

Fração	Horizontes					
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>
Leve	60,61	63,16	64,26	59,09	61,73	61,81
Pesada	39,39	36,84	35,74	40,91	38,27	38,19

QUADRO 8. Porcentagem de minerais leves e pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Roxo (P<sub>2</sub>).

Fração	Horizontes					
	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>
Leve	45,35	44,65	44,97	44,86	47,68	45,44
Pesada	54,65	55,35	55,03	55,14	52,32	54,56

contribuindo com 61,77% da subfração areia muito fina, enquanto que para o Latossolo Roxo o mesmo não acontece contribuindo com 45,49%. Praticamente toda constituída de quartzo, não apresenta outras espécies devido ao elevado estágio de intemperização dos solos, conforme CARMO (12).

#### 4.4.2. Minerais pesados

Os minerais pesados apresentam valores relativamente altos para os dois solos estudados. No Latossolo Vermelho Amarelo varia de 35,74% até 40,91%, com média de 38,22%, sendo estes valores muito diferentes dos obtidos por BAHIA (1), para um Latossolo Vermelho Amarelo de Iracemópolis, SP. Para o Latossolo Roxo, estes valores são ainda maiores, possivelmente devido ao material de origem, variando de 52,14% a 55,35% com média de 54,51%, concordando com OLIVEIRA (34), que obteve também valores altos para Latossolo Roxo do município de Lavras, MG.

##### 4.4.2.1. Minerais magnéticos

No Quadro 9 estão apresentados os resultados em percentagem de minerais magnéticos da fração pesada, somente para o Latossolo Roxo, visto que esta subfração não foi observada no Latossolo Vermelho Amarelo. Segundo CARMO (12), isto se justifica pelo fato de que no Latossolo Vermelho Amarelo os óxidos de ferro estão na forma de goetita, ao passo que no Latossolo Roxo tais óxidos estão desidratados, na forma de magnetita e hematita.

QUADRO 9. Percentagem de minerais magnéticos da subfração areia muito fina do Latossolo Roxo (P<sub>2</sub>).

Fração Pesada	Horizontes					
	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>
Minerais Magnéticos	64,83	60,86	61,06	47,81	54,21	49,95

## 4.4.2.2. Minerais transparentes

As composições quali e quantitativas desses minerais estão apresentadas nos Quadros 10, 11, 12 e 13. As espécies minerais identificadas foram turmalina, zirconita, rutilo e estauroлита.

QUADRO 10. Frequência de minerais pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Vermelho Amarelo (P<sub>1</sub>).

Minerais	Horizontes						Total
	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>	
Turmalina	106	66	98	101	112	75	558
Zirconita	66	50	59	67	88	66	396
Rutilo	20	15	19	19	18	22	113
Estauroлита	1	2	3	-	-	1	7
Total de grãos	193	133	179	187	218	164	1074

QUADRO 11. Frequência em percentagem de minerais pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Vermelho Amarelo (P<sub>1</sub>).

Minerais	Horizontes					
	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>
Turmalina	54,92	49,63	54,75	54,01	51,37	45,74
Zirconita	34,20	37,59	32,96	35,83	40,37	40,24
Rutilo	10,36	11,28	10,61	10,16	8,26	13,41
Estauroлита	0,52	1,50	1,68	-	-	0,61

QUADRO 12. Frequência de minerais pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Roxo (P<sub>2</sub>).

Minerais	Horizontes						Total
	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>	
Turmalina	88	124	101	114	85	93	605
Zirconita	64	160	117	96	126	129	692
Rutilo	64	88	51	85	77	69	434
Estaurolita	-	-	-	2	-	-	2
Total de grãos	216	372	269	297	288	291	1733

QUADRO 13. Frequência em percentagem de minerais pesados na subfração areia muito fina do Latossolo Roxo (P<sub>2</sub>).

Minerais	Horizontes					
	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>
Turmalina	40,74	33,33	37,55	38,38	29,51	31,96
Zirconita	29,63	43,01	43,49	32,32	43,75	44,33
Rutilo	29,63	23,66	18,96	28,62	26,74	23,71
Estaurolita	-	-	-	0,67	-	-

No Quadro 14 estão apresentadas as percentagens médias dos minerais nos solos, mostrando que no Latossolo Vermelho Amarelo houve predominância de turmalina, com média de 51,96%, seguida da zirconita com 36,87%, rutilo 10,52% e estauroлита 0,65%, discordando em parte dos resultados obtidos por BAHIA (1). Para o Latossolo Roxo a predominância é de zirconita com 39,93%, seguida de turmalina 34,91%, rutilo 25,04% e estauroлита 0,12%. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por OLIVEIRA (34), e refletem a natureza do material de origem.

QUADRO 14. Médias em percentagem de minerais transparentes nos perfis de solo.

Minerais	Perfil P <sub>1</sub>	Perfil P <sub>2</sub>
Turmalina	51,96	34,91
Zirconita	36,87	39,93
Rutilo	10,52	25,04
Estauroлита	0,65	0,12

De acordo com PETTIJOHN (37) e SINDOWSKI (41), a correlação dos minerais pesados identificados com os valores de arredondamento dos grãos de quartzo, teores de areia total e os índices de intemperismo obtidos, pode-se inferir que provavelmente o Latossolo Vermelho Amarelo tenha-se formado a partir de sedimentos argilosos, e o Latossolo Roxo de rochas básicas com contribuição de rochas ácidas. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por HASEMAN & MARSHALL (18), BONI (7) e MELFI, GIRARDI & MONIZ (32) para solos semelhantes.



## 5. CONCLUSÕES

- 5.1. A fração pesada em ambos os perfis possui composição mineralógica simples e formada essencialmente de minerais estáveis: zirconita, turmalina, rutilo, estauroлита e opacos, com predominância destes últimos.
- 5.2. O Latossolo Vermelho Amarelo se formou a partir de sedimentos argilosos e o Latossolo Roxo a partir de rochas ígneas básicas, com contribuição de rochas ígneas ácidas.
- 5.3. Os índices de arredondamento encontrados para os grãos de quartzo, sugerem a possibilidade destes solos terem sido transportados.
- 5.4. O Latossolo Roxo à profundidade de 102-200 cm, apresenta uma descontinuidade litológica não associada à linha de seixos.

## 6. RESUMO

No presente trabalho estudou-se a composição mineralógica da fração grosseira com o propósito de identificar o material de origem, determinar o grau de arredondamento dos grãos de quartzo e verificar a presença de descontinuidade litológica de dois perfis de solo de ocorrência no município de Rio Paranaíba, MG., sendo o perfil P<sub>1</sub> pertencente ao grande grupo Latossolo Vermelho Amarelo; e o perfil P<sub>2</sub>, ao grande grupo Latossolo Roxo. Foi seguida a metodologia comumente utilizada em estudos desta natureza.

A subfração-areia muito fina - foi dividida em minerais leves e pesados e estes em magnéticos e não-magnéticos. A fração leve foi usada para avaliar o grau de arredondamento dos grãos de quartzo e na fração pesada não-magnética se procedeu à identificação e contagem de minerais transparentes, possibilitando avaliar o material de origem dos solos.

A uniformidade dos solos foi avaliada através dos índices -areia fina/areia grossa, areia muito fina/areia grossa, zirconita/turmalina e zirconita/(turmalina + rutilo).

A composição mineralógica é simples, formada por minerais estáveis, oriundos de sedimentos argilosos e de rochas básicas, com contaminações de rochas ácidas. Observou-se também a presença de descontinuidade litológica à profundidade de 102-200 cm para o Latossolo Roxo não associado à linha de seixos.

## 7. SUMMARY

### MINERALOGICAL COMPOSITION OF THE COARSE FRACTION IN TWO LATOSOLS UNDER "CERRADO" AT RIO PARANAIBA COUNTY - MG.

Two soils profiles at Rio Paranaiba county, State of Minas Gerais were studied in order to evaluate the mineralogical composition of the coarse fraction and identify parent material, degree of roundness of quartz grains and also to verify the possible occurrence of lithological discontinuities. Profile P<sub>1</sub> is a Latossolo Vermelho Amarelo and Profile P<sub>2</sub> is a Latossolo Roxo.

The subfraction fine sand was split in light and heavy minerals, being the last ones classified in magnetic and non-magnetic ones. The light fraction was used to determine the degree of roundness of quartz grains and in the non-magnetic heavy fractions was identified and counted transparent minerals in order to evaluate soils parent material.

The uniformity of the soils was evaluated by means of the indexes fine sand/coarse sand, very fine sand/coarse sand, zirconite/ tourmaline and zirconite/(tourmaline + rutile).

The mineralogical composition is simple, formed by stable minerals which are derived from clayey sediments and basic rocks with mixture of acidic rocks.

It was also observed the occurrence of lithological discontinuity at 102-200 cm depth, in the Latossolo Roxo, without association with stone lines.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAHIA, V.G. Contribuição ao estudo da mineralogia de um Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa do município de Iracemápolis, SP. Piracicaba, ESALQ, 1973. 75 p. (Tese de Mestrado).
2. \_\_\_\_\_. Gênese e classificação de um solo do município de Lavras, MG. Piracicaba, ESALQ, 1975. 67 p. (Tese de Doutorado).
3. BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.C. & CUNHA, C.A.B.R. Geologia da região do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro, M.M.E., D.N.P.M., Divisão de Fomento da Produção Mineral, 1970. 136 p.
4. BARSHAD, I. Soil Development. In: Chemistry of the soil. 3<sup>th</sup> Printing - Reinhold - Publish Corporation. 1960. 515 p.
5. BIGARELLA, J.J. Contribuição à petrografia dos arenitos da série São Bento. Arq. Biol. Tecnol., Curitiba, 4:141-214, 1949.
6. BJORNBERG, A.J.S. Rochas clásticas do planalto de Poços de Caldas. Boletim de Geologia, 18:65-123, 1959.
7. BONI, N.R. Descontinuidade litológica em solos do município de São Pedro - SP. Piracicaba, ESALQ, 1976. 52 p. (Dissertação de Mestrado).
8. BRASIL. GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Condições climáticas; estado atual de conhecimento. In: \_\_\_\_\_. Diagnóstico da economia mineira. Minas Gerais, Banco do Desenvolvimento de Minas Gerais, s.d. p. 149-67.

9. BREWER, R. Fabric and mineral analysis of soils. New York, John Wiley, 1964. 470 p.
10. \_\_\_\_\_. Structure and mineral analysis of soils. In: RICH, C.I. & KUNZE, G.W. ed. SOIL CLAY MINERALOGY, Raleigh, Chapel Hill, 1964. p. 77-112.
11. CAMARGO, T. & VAGELER, P. Análise de solos (II). 1 - Análise mineralógica. Boletim Técnico, Campinas (31):1-22, 1937.
12. CARMO, D.N. do. Caracterização, gênese e uso de latossolos sob cerrado no município de Rio Paranaíba - MG. Lavras, ESAL, 1977. 84 p. (Tese de Mestrado).
13. CARVALHO, A.M.V. Contribuição ao estudo petrográfico do arenito Botucatu no Estado de São Paulo. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, 3(1):51-72, 1954.
14. COGEN, W.M. Some suggestions for heavy mineral investigations of sediments. Journal of Sedimentary Petrology; Tulsa, Okla, 5:3-8, 1935.
15. FREITAS, R.O. Composição e granulometria da praia de São Sebastião, SP. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, 2(1):29-36, 1953.
16. GORDON JUNIOR, M. Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro, D.N.P.M. 1947. 20 p. (notas preliminares nº 38).
17. GROHMANN, F. & VAN RAIJ, B. Influência dos métodos de agitação na dispersão da argila do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14º, Santa Maria, 1973. Anais ... Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p. 123-32.
18. HASEMAN, J.F. & MARSHALL, C.E. The use of heavy minerals in studies of the origin and development of soils. Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 387: 1945. 75 p.

19. INSTITUTO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Aproveitamento atual e potencial dos cerrados; base física e potencialidade da região. Brasília, 1973. 197 p.
20. JACKSON, M.L. Soil chemical analysis. Wisconsin, USA, 1956. 895 p. (mimeografado).
21. JEFFRIES, C.D. A method of preparing soils for petrographic analysis. Soil Science, Baltimore, 52:451-54. 1941.
22. \_\_\_\_\_. The mineralogical composition of the very fine sands of some Pennsylvania soils. Soil Science, Baltimore, 43:357-66. 1937.
23. KRUMBEIN, W.C. Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. Journal of Sedimentary Petrology, Tulsa, Okla, 11(2):64-72, 1941.
24. \_\_\_\_\_. & PETTIJOHN, F.J. Manual of sedimentary petrography. New York, Appleton Century - Crofts, 1938. 549 p.
25. \_\_\_\_\_. & SLOSS, L.L. Stratigraphy and sedimentation. In: FREEMAN, W. H., 2ª ed. San Francisco, USA, 1963. 660 p.
26. KRYNINE, P.D. The tourmaline group in sediments. Journal of Geology, Chicago, 54(2):65-87, 1946.
27. LEINS, V. & LEONARDOS, O.H. Glossário geológico. São Paulo, USP, 1971. 236 p.
28. LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. Manual de método de trabalho de campo. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1973. 36 p.
29. LÔBO, A.E.M. Descontinuidade litológica de alguns solos da região de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ, SP, 1971. 65 p. (Dissertação de Mestrado).
30. MARCONI, A. Contribuição ao estudo da mineralogia de solos do município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ, SP, 1969. 101 p. (Tese de Doutorado).

31. MARSHALL, C.E. A petrographic methods for the study of soil formation processes. Soil Science Society American Proceedings, Madison, 5: 100-3, 1940.
32. MELFI, J.A.; GIRARDI, V.A.V. & MONIZ, A.C. Mineralogia dos solos da Estação Experimental "Theodoreto de Camargo" de Campinas. Bragantia, Campinas, 25(2):9-30, 1966.
33. MINAS GERAIS. SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS. Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, s.l. 1976. n. p.
34. OLIVEIRA, J.C. de. Composição mineralógica da fração grosseira em dois perfis de solo do município de Lavras - MG. Lavras, ESAL, 1978. 53 p. (Tese de Mestrado).
35. PARFENOVA, I. & YARILOVA, A. Problems and methods of microscopic and mineralogic soil investigations. Soviet Soil Science, Washington, 12: 1331-38, 1958.
36. PETTIJOHN, F.J. Persistence of heavy minerals and geologic Age. Journal of Geology, New York, 49(6):610-25, 1941.
37. \_\_\_\_\_. Sedimentary rocks. Harper and Brothers, 2<sup>a</sup> ed., New York, USA, 1957. 718 p.
38. RUBEY, W.W. The size distribution of heavy minerals within a wathlaid sandstone. Journal of Sedimentary Petrology, Tulsa, Okla, 3:3-29, 1933.
39. RUHE, R.V. Stone lines in soils. Soil Science, Baltimore, 87:223-31, 1958.
40. SEALE, R.S. The heavy minerals of some soils from the Neighbourhood of Cambridge, England. Journal of Soil Science, London, 7(2):307-18, 1956.

41. SINDOWSKI, F.K.H. Results and problems of heavy mineral analysis in germany. Journal of Sedimentary Petrology, Tulsa, Okla, 19:3-25 , 1949.
42. TYLER, L.E.; RIECKEN, F.F. & ALLEN, J.S. Properties and genesis of soils developed in very firm till in northeastern Iowa. Proceedings Soil Science Society American, Ann. Arbor, 26:275-81, 1962.
43. SOUZA, J.J. Mineralogia e gênese dos solos da série "Luiz de Queiroz" . Piracicaba, ESALQ, SP, 1979. 166 p. (Tese de Doutorado).
44. WINKELJOHANN, J.M.S. Descontinuidade litológica em perfis de solos da série Guamium (Latosolo Vermelho Escuro - Orto). Piracicaba, ESALQ, SP, 1975. 41 p. (Dissertação de Mestrado).