

DEOCLÉCIO NAZARENO DO CARMO

CARACTERIZAÇÃO, GÊNESE E USO DE LATOSSOLOS SOB CERRADO NO
MUNICÍPIO DE RIO PARANAÍBA - MG

BIBLIOTECA CENTRAL
E. S. A. L.
N. CLASSE. <u>631.4</u>
<u>CAR</u>
<u>CAR</u>
N. REG. <u>14930</u>
DATA <u>13 / 09 / 78</u>

TESE DE MESTRADO

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS — MINAS GERAIS

1977

CARACTERIZAÇÃO, GÊNESE E USO DE LATOSSOLOS SOB
CERRADO NO MUNICÍPIO DE RIO PARANAÍBA - MG

APROVADA:



Prof. Nilton Curi
Orientador



Prof. Mauro Resende



Prof. Juyentino Júlio de Souza



Prof. Victor Gonçalves Bahia



Prof. Mauricio de Souza

A meus pais
e irmãos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pelo oferecimento do curso.

Ao professor Nilton Curi, pela orientação eficiente, dedicada e constante, e por sua amizade.

Ao professor Geraldo Aparecido de Aquino Guedes, pela valiosa colaboração e incentivo.

Aos professores Victor Gonçalves Bahia, Alfredo Scheid Lopes, Jeziel Cardoso Freire, Hêlcio Andrade, Juventino Júlio de Souza, Marco Aurélio Vitorino Ribeiro e José Oswaldo Siqueira, pelas observações e apoio.

Aos professores Mauro Resende, da UFV e Maurício de Souza, da ESAL, pelas oportunas críticas e sugestões.

Aos funcionários do Departamento de Ciências do Solo da ESAL, pelo auxílio na realização das diversas análises e pela atenção sempre prestada.

Aos técnicos da Estação Experimental de Rio Paranaíba,

pela colaboração nos trabalhos de campo.

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESAL, nas persoas dos bibliotecários Dorval Botelho dos Santos e Adriano Serrano.

À Empresa de Pesquisas Agropecuárias de Minas Gerais (EPAMIG) e ao Programa de Desenvolvimento de Ensino das Ciências Agrárias (PRODECA), pelo apoio financeiro.

Ao acadêmico Jair Campos de Moraes, pelos trabalhos de desenho e à Rachel Corrêa e Analucia Meirelles Andrade, pelos trabalhos datilográficos.

À professora Marta Ribeiro, pela revisão de português.

A todos os colegas, pela grande amizade no decorrer do curso.

A meus pais, irmãos e amigos, pelo incentivo.

BIOGRAFIA DO AUTOR

DEOCLECIO NAZARENO DO CARMO, filho de Deoclécio Anatólio do Carmo e Hírcia Assunção do Carmo, nasceu em Divinolândia de Minas, a 24 de dezembro de 1952.

Concluiu o curso secundário no "Colégio Sant'Ana" em Itaúna, Estado de Minas Gerais.

Em 1975, diplomou-se em Engenharia Agronômica pela Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Em março de 1976 iniciou, nessa mesma Escola, o curso de mestrado em Solos e Nutrição de Plantas.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Características gerais das áreas de cerrado	4
2.1.1. Vegetação	4
2.1.2. Nutrientes	5
2.1.3. Características físicas	8
2.1.4. Mineralogia	9
2.2. Geologia da área	11
2.3. Geomorfologia da área	13
2.4. Características gerais de solos semelhantes aos estudos dados	14
2.4.1. Latossolo Vermelho Amarelo	14
2.4.2. Latossolo Roxo	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Material	22

3.1.1. Descrição geral da área estudada	22
3.1.2. Clima e vegetação	22
3.2. Métodos	24
3.2.1. Análises físicas	24
3.2.2. Análises químicas	25
3.2.3. Análises mineralógicas	26
3.2.4. Gênese e classificação dos solos	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Geomorfologia	27
4.1.1. Distribuição dos solos na paisagem	27
4.1.2. Evolução da paisagem	31
4.2. Morfologia	37
4.2.1. Perfil nº 1	37
4.2.2. Perfil nº 2 (Figuras 12 e 13)	43
4.3. Análises físicas	47
4.3.1. Análise granulométrica	49
4.3.2. Densidade do solo e de partículas	49
4.3.3. Umidade gravimétrica retida a 1/3 e a 15 atmosferas	50
4.4. Análises químicas	50
4.5. Análises mineralógicas	59
4.6. Gênese dos solos	62
4.7. Classificação dos solos	64

4.8. Aplicações práticas (Figuras 16 e 17)	65
5. CONCLUSÕES	68
6. RESUMO	70
7. SUMMARY	72
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Análise mecânica expressa em % de T.F.S.E., umidade gravimétrica retida pelo solo, densidade do solo e de partículas e, volume total de poros	48
2	Características químicas do complexo sortivo dos solos	51
3	pH, Δ pH, necessidade de calagem (NC), fósforo disponível, matéria orgânica, nitrogênio total e capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos	52
4	Análise química total dos solos	53

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Localização, no Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, dos perfis caracterizados	12
2	Situação do Município de Rio Paranaíba - MG	23
3	Bloco-diagrama da Unidade Latossolo Vermelho Amarelo	28
4	Bloco-diagrama da Unidade Latossolo Roxo	29
5	Bloco-diagrama representando as Unidades em Toposequência	30
6	Aspecto da superfície aplainada onde ocorre o Latossolo Vermelho Amarelo	32
7	Vista geral do amplo vale em cujas encostas ocorre o Latossolo Roxo	34
8	Aspecto de um patamar semelhante a uma ombreira, cujas vertentes estão sendo desgastadas pela erosão .	35

9	Aspecto da ação erosiva sobre o Latossolo Roxo e <u>S</u> olos Pouco Desenvolvidos	38
10	Perfil do Latossolo Vermelho Amarelo	39
11	Paisagem em que ocorre o Latossolo Vermelho Amarelo	40
12	Perfil do Latossolo Roxo	44
13	Paisagem em que ocorre o Latossolo Roxo	45
14	Difratograma de raios-X da fração argila de horizon tes selecionados dos solos	60
15	Difratograma de raios-X da fração areia de horizon tes selecionados dos solos	61
16	Utilização agrícola do Latossolo Vermelho Amarelo .	66
17	Pastagem natural sobre Latossolo Roxo e alguns re- manescentes da vegetação natural	66

1. INTRODUÇÃO

Os solos sob vegetação de cerrado ocupam quase a totalidade do Planalto Central Brasileiro, representando cerca de 20% do território nacional, o que equivale a 1,8 milhões de km² (48).

Esta vasta extensão, outrora desprezada, constitui-se na atualidade, em grande potencial agrícola, capaz de suprir a demanda crescente de alimentos no país e mercado externo. A maioria dos solos sob cerrado representa grande potencialidade em termos de novas áreas a serem incorporadas à agropecuária nacional. Os programas governamentais para aproveitamento agrícola destas áreas, destacando-se o POLOCENTRO, prevêem um incremento às áreas já cultivadas de 3,7 milhões de ha até 1979, com investimentos da ordem de 7,0 milhões de cruzeiros destinados aos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás.

Na região fisiográfica do Alto Paranaíba - MG, mais especificamente na área sob influência do Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (PADAP) e proximidades, ocorrem solos sob vegetação típica de cerrado. Estes solos abrangem uma das áreas de maior destaque no desenvolvimento agrícola do Estado, de

vido ao grande incremento ocorrido nesta região, notadamente nas culturas de soja, trigo e café, além de condições propícias à pecuária nas partes mais acidentadas, onde ocorre a unidade Latossolo Roxo e outros solos menos desenvolvidos, influenciados pelos tufitos.

A grande totalidade da área é representada pela unidade Latossolo Vermelho Amarelo, com topografia favorável à mecanização. Entretanto, a viabilidade de um aproveitamento racional depende de alguns fatores, entre os quais se destaca a baixa fertilidade natural. Segundo BENNEMA (9), o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico sob cerrado possui alta saturação de alumínio trocável e CTC muito reduzida. Além disso, de acordo com BRAGA et alii (15), a intensa "fixação" de fósforo neste solo é uma restrição ao desenvolvimento das culturas. Porém, se forem corrigidas as suas mais sérias limitações, este solo apresenta possibilidade de uma agricultura racional e intensiva.

Levando-se em conta a potencialidade e a extensão destes solos e o fato de que esta região necessita acompanhar a evolução tecnológica com a introdução de novas alternativas de utilização agrícola adequadas às condições locais, são necessários estudos básicos para o seu melhor uso e manejo. O estudo científico destes solos dará conhecimento de suas propriedades, permitindo a obtenção de dados que auxiliarão na determinação dos fatores limitantes para as culturas e no fornecimento de soluções mais adequadas aos casos específicos.

Os objetivos do presente trabalho foram: - caracteriza -

ção morfológica, física e química dos solos; - caracterização geomórfica da área; - estudo das características levantadas, visando um melhor entendimento dos processos genéticos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características gerais das áreas de cerrado

2.1.1. Vegetação

A vegetação de cerrado, com suas características peculiares, ocupa grandes áreas no Planalto Central, ocorrendo também no Meio Norte, Amazônia, São Paulo, Minas Gerais e nos tabuleiros costeiros do Nordeste (28).

O cerrado é caracterizado pelo aspecto tortuoso de suas árvores e arbustos, cujos caules são, com frequência, recobertos por casca espessa e sulcada, cujas folhas coriáceas são brilhantes ou revestidas com pelos, caracteres estes que conferem ao cerrado uma aparência de vegetação adaptada às condições de seca (30, 51).

As variações na densidade, porte e ocorrência de vegetação graminóide (28) são utilizadas para estratificar o cerrado em: cerradão (mata xeromorfa) com árvores de porte maior, menos tortuosas e vegetação graminóide reduzida; cerrado arbóreo arbustivo (cerrado propriamente dito) com vegetação graminóide tam

bem reduzida; campo cerrado, com árvores e arvoretos tortuosos e espaços entremeados por gramíneas rasteiras que secam na época seca; campo sujo em que há predomínio quase absoluto de vegetação rasteira, principalmente gramíneas e campo limpo com total predomínio de gramíneas.

A distribuição e o aspecto xeromórfico apresentados pela vegetação de cerrado motivaram uma série de hipóteses. Diversos autores concluíram não ser a deficiência d'água o fator condicionante dessa característica peculiar. A hipótese mais aceita, é de que este aspecto apresentado pela vegetação de cerrado é originado em resposta à oligotrofia mineral, como foi constatado por ALVIM & ARAÚJO (3), ARENS (4) e LOPES (48). LABORIAU (45) verificou não haver coincidência entre xeromorfismo foliar e aspecto xerofítico das plantas de cerrado.

2.1.2. Nutrientes

A ocorrência de extensas áreas de Latossolos sob vegetação de cerrado (41), traz sérios problemas ao seu aproveitamento agrícola, decorrentes da baixa fertilidade natural apresentada geralmente por estes solos.

Os resultados de levantamentos de solos e experimentos de campo e vaso, realizados por diversos autores (9, 41, 50, 55, 70), evidenciaram que os solos sob cerrado são notadamente carentes de fósforo e cálcio, podendo também apresentar deficiência de outros nutrientes essenciais, além de uma reduzida capacidade de troca catiônica. Tais limitações, aliadas ao comportamento dife

renciado destes solos, sugerem a necessidade de um zoneamento agrícola das áreas sob cerrado, visando uma melhor sistematização e extrapolação mais eficiente dos resultados de pesquisa.

Trabalho realizado por LOPES (48), utilizando 45 amostras superficiais de solos sob cerrado do Brasil Central, mostrou que a CTC efetiva nesses solos tem uma quase perfeita relação 1:1 com a carga líquida negativa, indicando que estas cargas estão preferivelmente neutralizando as cargas positivas do solo, estando o restante disponível para o fenômeno de troca de cátions.

A alta saturação com alumínio em Latossolos sob cerrado é, conforme GONZALEZ (35), um sério fator limitante ao desenvolvimento do sistema radicular, havendo necessidade de aumentar a profundidade de incorporação do calcário para reduzir o efeito da inibição decorrente dessa alta saturação. Tal fato evidencia a importância do horizonte B destes solos, que apesar das boas condições físicas pode tornar-se um verdadeiro impedimento químico ao desenvolvimento radicular, caso apresente alta saturação com alumínio trocável. As limitações mecânicas à aplicação de calcário nas camadas mais profundas do solo ressaltam a importância de acelerar os programas de melhoramento de plantas mais tolerantes à alta saturação com alumínio, visando sanar o problema de modo mais econômico mesmo a longo prazo.

LOPES (49) trabalhando com solos de 57 áreas selecionadas nos Estados de Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal, perfazendo um total de 518 amostras superficiais, constatou valores de acidez trocável entre 0,25 e 1,0 mE Al^{+++} /100g de solo. Por outro

lado, a soma de bases nos solos estudados, mostrou ser extremamente baixa e a percentagem de saturação em Al alcançou valores de 20% ou mais, em quase a totalidade das amostras (91%), enquanto que 71% das mesmas apresentou valores maiores que 40%, o que, de acordo com KAMPRATH (42), é tóxico para a maioria das culturas.

Os solos sob cerrado são em geral extremamente pobres em fósforo disponível para as plantas e conforme SETZER (66), os limites das áreas de cerrado coincidem com os limites dos solos com baixo teor deste nutriente. Fora destes limites, onde ocorrem valores mais elevados de fósforo, o cerrado típico cede lugar ao cerradão e à floresta. BENNEMA (8) verificou que os solos sob floresta têm fósforo disponível mais alto que os solos sob cerrado e que este aspecto pode ser um dos fatores decisivos para a presença da vegetação de cerrado. A ocorrência de vegetação mais desenvolvida em solos tão ou mais deficientes em fósforo que os solos sob cerrado, evidencia que outros fatores, além da carência em fósforo, podem estar condicionando a presença da vegetação de cerrado.

Os compostos de ferro e alumínio são os principais responsáveis pela intensa "fixação" de fósforo nos solos tropicais. LOPES (49) estudando solos do Planalto Central, verificou uma correlação direta entre os teores totais de Al_2O_3 , Fe_2O_3 e a "fixação" de fósforo, encontrando em média um valor de 1,4 mg de P por grama de solo ($r^2=0,96$), sugerindo possíveis trabalhos de previsão de "fixação" em áreas onde já foram realizados levantamentos pedológicos. Entretanto, tais previsões devem ter um âm-

bito limitado, tendo em vista tratar-se de uma classe geral de solos como os Latossolos.

De acordo com FRANKLING & REISENAUER (31), os óxidos de alumínio são 160 vezes mais reativos na retenção de fosfatos do que os óxidos de ferro e, conforme COLEMAN & THOMAS (26), o hidróxido de alumínio parece cobrir os pontos de carga negativa da argila mais eficientemente que os óxidos de ferro.

Os dados apresentados mostraram a importância dos óxidos de ferro e principalmente de alumínio na adsorção de fosfatos - nas regiões tropicais.

2.1.3. Características físicas

Os Latossolos sob cerrado são geralmente muito profundos, possuindo boa estruturação e condições topográficas geralmente favoráveis à mecanização.

Apesar da água não ser o fator limitante ao desenvolvimento vegetal nos solos sob cerrado, o teor de água disponível é geralmente baixo. LOPES (49) e MEDINA & GROHMANN (53) verificaram que os solos barrentos apresentam maior disponibilidade de água e RANZANI (61) constatou um aumento de água disponível com o teor de argila. Por outro lado, MEDEIROS (52) verificou que a fração areia fina é muito importante na retenção de água dos solos, fato este que se reveste de grande importância, visto que estes solos têm, de modo geral, baixos teores de silte.

FERNANDES & RESENDE (29) estudando a disponibilidade de água em Latossolos do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, observaram que tais solos diferenciaram-se relativamente pouco quanto a esta característica, apesar da grande variação no teor de argila. É interessante observar que os solos de textura média, neste caso, têm altos teores de areia fina, o que poderá estar estabilizando o teor de água disponível, uma vez que o teor de argila é variável entre os diversos solos. Os autores concluíram, com base nas curvas de retenção, que a maior parte da água disponível está entre 3 e 1/10 de bar.

2.1.4. Mineralogia

Considerando que SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 compõem o sistema básico da mineralogia do solo, nos Latossolos o primeiro componente tende a diminuir nas frações mais finas, enquanto os dois últimos aumentam. Uma forte interação entre SiO_2 e os outros dois componentes, no início da formação do solo, influencia a relação gibsita-caolinita (44) e a formação do óxido de ferro (58).

A tendência ã homogeneidade de características que se verifica em Latossolos é ocasionada pela prolongada exposição ã intensa ação bioclimática, mesmo assumindo algum decréscimo decorrente de flutuações (13).

Os argilo-minerais encontrados com maior frequência em Latossolos são caolinita e gibsita (20, 21, 34, 46, 57, 60, 65). Em muitos solos amazônicos (68) e na porção gnaíssica úmida do Su-

deste do Planalto Atlântico (60, 65) a gibsita é quase ausente, porém há ocorrência de solos altamente gibsíticos (34). Apesar da freqüente constatação de hematita e goetita em solos, poucos trabalhos têm sido conduzidos com óxidos de ferro, exceto no que se refere à sua remoção por extração química. Teores de material amorfo, determinados por fervura em NaOH 0,5N (38) têm sido encontrados variando de 10% (65) até 35% (25). Em solos basálticos têm-se constatado a presença de anatase (57, 65).

A fração silte não constitui uma parte importante do solo, mesmo considerando a possibilidade de problemas na dispersão da argila. Na fração areia verifica-se comumente a presença de quartzo, magnetita e ilmenita (principalmente em solos desenvolvidos de rochas basálticas). Caolinita e gibsita também ocorrem nestas frações mais grosseiras (34, 60).

Vários outros minerais ocorrem em menor quantidade na fração argila de Latossolos como é o caso da vermiculita (57, 65) e nas frações mais grosseiras são encontrados mica, calcedônia, turmalina, cianita, apatita, silimanita, garnierita, zirconita, hornblenda, titanita, epidoto, pirita, piroxênios, estauroлита, etc.*

Maghemita não foi ainda detectada em Latossolos brasileiros.

* Relatórios Brasileiros de Levantamentos de Solos.

2.2. Geologia da área

A área considerada no presente trabalho abrange parte da Formação Mata da Corda, do Período Cretáceo, mais especificamente os Fácies Capacete e Patos (56), Figura 1.

Os tufos caóticos da região de Patos de Minas e Carmo do Paranaíba (Fácies Patos), conhecidos como "chaminés alcalinas", recobrem uma área de aproximadamente 2170 km². Estas rochas piroclásticas gradam para tufito tanto lateral como verticalmente (7). São constituídos de fragmentos de tamanho médio e fino, provenientes de atividades vulcânicas explosivas e/ou de material resultante da pulverização de rochas pré-existentes (47).

As erupções vulcânicas que originaram os tufos se deram subaquaticamente. Os terremotos e derrames de cinzas originaram correntes de turvação, processo este, clássico para a origem de deformações penecontemporâneas. Os arenitos superiores acham-se sempre silicificados por ação direta do vulcanismo ou por ação posterior das cinzas (7).

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. Estas capas resistentes são responsáveis pela preservação dos testemunhos das superfícies. A ocorrência da canga laterítica, evidencia uma condição climática diferente da atual, iniciada provavelmente no Terciário Inferior (7). Os diversos níveis de canga parecem indicar a ocorrência

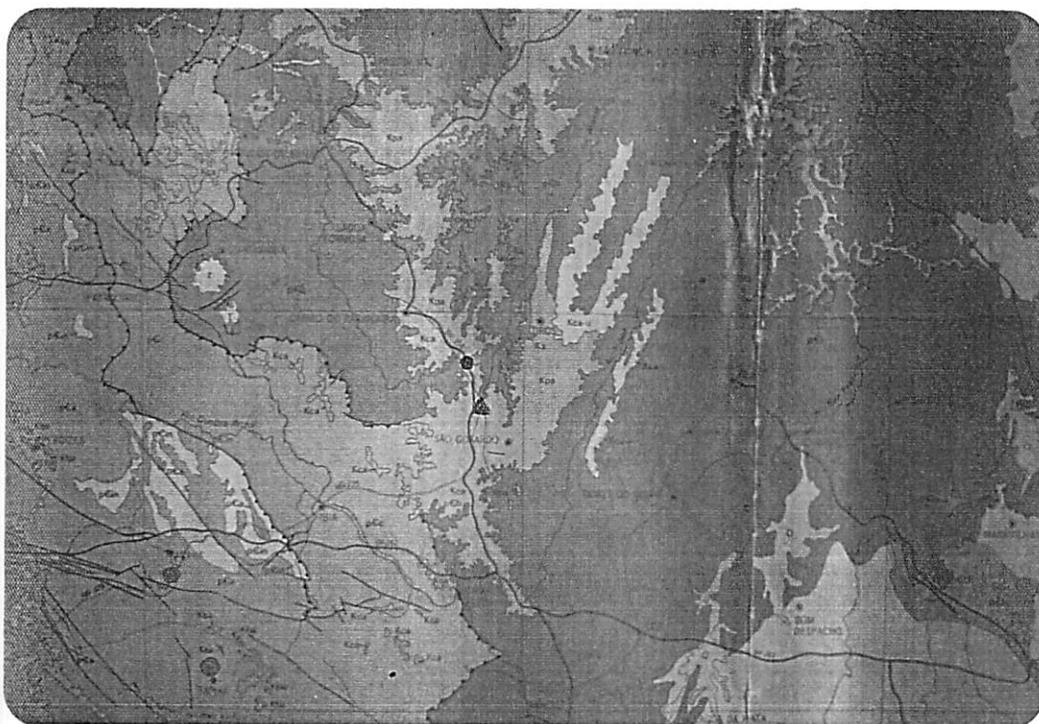


FIGURA 1 - Localização, no Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, dos perfis caracterizados.

Legenda:

- Kca - Formação Mata da Corda - Fácies Capacete.
- Kpa - Formação Mata da Corda - Fácies Patos.
- Δ - Unidade Latossolo Vermelho Amarelo.
- o - Unidade Latossolo Roxo.

de um clima pretérito, caracterizado por estações chuvosas e secas bem definidas.

Na região de São Gotardo e Carmo do Paranaíba não ocorre o Fácies Ponte Alta, mas um conglomerado situado a 60-80 metros da base da formação poderia corresponder a seu nível (7).

Em grandes áreas do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na bacia do Paranã, foi depositada uma camada de arenitos argilosos, constituindo os Fácies Uberaba e Ponte Alta, cessando assim a sedimentação Bauru provavelmente no ocaso da era Mesozóica (7).

2.3. Geomorfologia da área

A área em estudo localiza-se na região ocidental do Estado de Minas Gerais, abrangendo extensos chapadões e amplos vales cortando camadas de tufos vulcânicos e arenitos.

As partes mais altas do relevo são resultantes de processos erosivos que se estenderam às rochas regionais atingindo seu término com a pediplanação das estruturas antigas. Remanescentes das primitivas superfícies, em forma de chapadões, ainda testemunham a ocorrência desse nivelamento, sendo importantes aqueles que se estendem pelo divisor das bacias dos rios Paranaíba e São Francisco, em altitudes que oscilam entre 1.100 e 1.300 metros - (1).

A superfície da Serra da Mata da Corda é tida como PÓS-GONDWANA por KING (43). Por outro lado, BRAUN (23) identifica

estas superfícies como resultantes do aplainamento Sul-Americano que terminou no Terciário Superior.

2.4. Características gerais de solos semelhantes aos estudados

2.4.1. Latossolo Vermelho Amarelo

O Latossolo Vermelho Amarelo é um solo muito comum no Brasil. Em Minas Gerais domina a paisagem a Leste e Sudeste do Estado (19,20) estendendo-se pelo Sul (22). Abrange grandes áreas dos chapadões da Canastra, de onde faz conexão com os solos afins dos chapadões de Brasília. No Sul de Minas, Campo das Vertentes e particularmente na Canastra (22), encontra-se em associação com o Latossolo Vermelho Escuro. Na depressão do São Francisco é, geralmente, elemento de uma cromosequência que vai de solos ramos amarelados de rochas ardosianas com algumas características latossólicas até o Latossolo Vermelho Escuro. Em Minas Gerais é sempre distrófico com alguns pedons eutróficos na Região da Jaíba.

Conforme a COMISSÃO DE SOLOS (21) esta unidade taxonômica é constituída de solos normalmente profundos, argilosos, de coloração alaranjada, ácidos a medianamente ácidos, com saturação de bases baixa e boa drenagem. As principais características desta unidade são:

- a) Transição gradual a difusa entre os subhorizontes, sendo pouco evidente a diferenciação entre os horizontes;

- b) pequena diferença textural entre os horizontes B e A, sendo a relação textural entre eles em torno de 1,3;
- c) estrutura com aspecto de maciça porosa que se desfaz em fraca muito pequena granular no subhorizonte B₂;
- d) ausência de subhorizonte A₂;
- e) horizonte B macio a ligeiramente duro quando seco, friável a muito friável quando úmido e ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso quando molhado;
- f) abundância de poros, tanto maiores quanto menores que 1 mm;
- g) ausência de mosqueados nos horizontes A e B, podendo ser observados no horizonte C.

Ainda no referido trabalho, comparando-se o Latossolo Vermelho Amarelo com o Latossolo Roxo, constatou-se que, apesar de ambas as unidades possuírem horizonte B latossólico, a primeira se diferencia nos seguintes aspectos:

- a) teores de óxido de ferro normalmente não muito elevados. O conteúdo de Fe₂O₃ total no horizonte B é normalmente mais baixo que 15%. A relação molecular Al₂O₃/Fe₂O₃ é maior do que 2;
- b) densidade de partículas mais baixa. No horizonte A varia de 2,4 a 2,8 e no horizonte B de 2,5 a 2,8 g/cm³;

- c) a massa do solo não é tão atraída pelo magneto como é a do Latossolo Roxo;
- d) o material do B₂ não produz efervescência com H₂O₂ como o faz o do Latossolo Roxo;
- e) o croma do B₂ é sempre elevado, de 6 a 8 e mais raramente 5;
- f) o conteúdo de argila do B é normalmente mais elevado que o conteúdo de argila do A;
- g) a saturação de bases do B₂ é sempre baixa (menos de 40%). O horizonte C também tem saturação de bases baixa, normalmente inferior a 40% e raramente entre 40 e 60%. O conteúdo total de bases trocáveis no B e C é de 1,5 mE/100g de solo, ou menos;
- h) o horizonte C é sempre espesso;
- i) a coerência entre os elementos da estrutura é um pouco mais forte do que no Latossolo Roxo.

Segundo BENNEMA & CAMARGO (11), esta unidade compreende solos com horizonte B latossólico, não hidromórficos, caracterizado por ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis, baixa capacidade de troca de cátions, predominância de argilas do tipo 1:1 (caulinita) e sesquióxidos. São profundos, possuindo muitos macroporos, estrutura com aspecto de maciça porosa, com grânulos pequenos e ocorrem em geral em relevo plano a suave ondulado.

Solos desta unidade descritos nas proximidades de Cristais - MG (61), apresentaram predominância de caulinita na fração argila, acompanhada de gibsita e em segundo plano goetita. Nestes solos houve decrêscimo de gibsita com a profundidade.

BUOL et alii (24) citam que a dessilicatização e a concentração de ferro livre e em alguns casos de gibsita são os processos mais importantes em Latossolos; citam ainda que a completa degradação dos minerais primários e argilo-minerais do tipo 2:1, acarreta uma lixiviação completa de bases trocáveis.

FERNANDES & RESENDE (29) estudando solos no Triângulo Mineiro e parte Oeste do Alto Paranaíba, descreveram um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura argilosa relevo suave ondulado, o qual apresentou um teor de Fe_2O_3 em torno de 12% em todos os horizontes. RESENDE (62) correlaciona a coloração dos Latossolos com a presença de hematita ou hematita mais goetita nos solos avermelhados e praticamente apenas goetita nos solos amarelados. Este fato seria decorrente da variação hidrológica ou bioclimática da área. Ressalta ainda que a presença de goetita ou a ausência de hematita parece ser mais responsável que a matéria orgânica, pelos altos valores de cor no horizonte B_2 dos solos amarelados. O mesmo autor cita ainda, que a goetita com cerca de 30% de $AlOOH$ é a principal responsável pela cor amarelada dos Latossolos e, que apenas 1% de hematita finamente pulverizada muda a coloração do solo de 10YR para 5YR.

2.4.2. Latossolo Roxo

Conhecido também por Terra Roxa Legítima ou Terra Roxa de Campo, os solos desta unidade são desenvolvidos a partir de rochas básicas ou afins e podem ser encontrados em várias regiões do Brasil. As áreas mais extensas no entanto se situam principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo, sendo também encontrados no Mato Grosso e Sul de Goiás (18). Em Minas Gerais, ocorrem ao longo dos rios principais na região do Triângulo Mineiro e em menor escala na porção Oeste do Alto Paranaíba (29). Existe também na parte Leste da Zona do Alto Paranaíba, nas áreas sob influência dos tufitos. Em outras regiões do Estado são encontrados em forma de pequenas manchas esparsas (6).

A COMISSÃO DE SOLOS (21) se refere ao Latossolo Roxo como uma unidade heterogênea em relação aos dados analíticos. Morfológicamente os perfis se assemelham, porém apresentam grandes variações nos valores S, T, V e, principalmente, no pH em H₂O e em KCl. Alguns perfis desta unidade apresentam nos horizontes inferiores, pH em KCl maior do que em H₂O. Perfis iguais a estes, devem representar o produto final da latolização.

A unidade Latossolo Roxo representa solos profundos, com textura argilosa, desenvolvendo uma coloração arroxeada, apresentando de modo geral as seguintes características:

- a) pequena variação de cor entre os horizontes A e B;

- b) subhorizontes muito indistintos;
- c) praticamente a mesma quantidade de argila nos horizontes A e B e textura argila nestes dois horizontes;
- d) alta porosidade e alta permeabilidade;
- e) grande estabilidade de agregados dos horizontes A e B, sendo necessário para apreciação da textura, uma prolongada manipulação das amostras para o desaparecimento da sensação "areia";
- f) grande variação de cor entre amostras secas em condições naturais e secas trituradas;
- g) mudança de coloração da superfície do solo descoberto nos cortes e barrancos de estradas de acordo com o ângulo de observação e incidência dos raios luminosos;
- h) o grau de coesão que une os pequenos agregados no horizonte B é muito fraco e, mesmo em material bastante seco os torrões se transformam em material pulverulento, vulgarmente conhecido como "põ de café". No Latossolo Vermelho Amarelo, quando examinados nas mesmas condições, destacam-se facilmente fragmentos angulares, em vez do material se pulverizar;
- i) abundância de minerais pesados, muitos dos quais atraídos por magneto;
- j) efervescência com água oxigenada ao longo do perfil.

O Latossolo Roxo também pode ser derivado de rochas de caráter alcalino, como é o caso dos tufos vulcânicos da Mata da Corda.

Um Latossolo Roxo proveniente da decomposição de diabásio em Batatais - SP, estudado por RANZANI (61), apresentou um teor de argila superior a 44% e a fração areia grossa constituída quase que totalmente de magnetita. Este solo não apresentou capacidade de troca catiônica elevada, a saturação de bases foi baixa e nos horizontes mais profundos o pH em KCl revelou-se superior ao pH em H₂O. Foi constatado um elevado teor de matéria orgânica, distribuindo-se em profundidade no solo.

RESENDE (62) afirma que o Latossolo Roxo estabelece o extremo da cor vermelha e que a variação no teor de matéria orgânica não causa muita alteração na coloração, sugerindo que esta seria uma das razões que levam à generalização de que os solos tropicais são pobres em matéria orgânica.

O Latossolo Roxo apresenta semelhança com o "Humic Ferruginous Latosol" descrito por Cline em 1955 no Hawaí e citado pela COMISSÃO DE SOLOS (21), no que se refere à pobreza em sílica, alumínio e bases e, por ser também o produto final da latolização, mas diferente por não apresentar concentração de minerais pesados nos horizontes superficiais, nem conteúdo elevado de matéria orgânica, com exceção do Latossolo Roxo Campestre do Sul do Mato Grosso que apresenta elevado teor de matéria orgânica nas camadas superficiais (17).

BAHIA (6) pesquisando sobre um Latossolo Roxo no município de Lavras - MG, verificou além de gibsita e caolinita, a presença de haloisita. SOUZA (69) trabalhando em solos classificados como Latossolo Roxo no município de Iracemápolis - SP, encontrou também uma dominância de caolinita, além de material amorfo, gibsita e em menores proporções vermiculita e montmorilonita.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Descrição geral da área estudada

A área abrangida pelo trabalho em pauta compreende o município de Rio Paranaíba, localizado na região fisiográfica do Alto Paranaíba, tendo como coordenadas geográficas, 19°08' de latitude sul e 46°15' de longitude W.Gr. (Figura 2) e está enquadrada no Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (PADAP).

3.1.2. Clima e vegetação

O clima da região é do tipo 4 cth (termoxeroquimênico atenuado), tropical quente de seca acentuada, com estação seca curta de 3 a 4 meses e índice xerotérmico entre 40 e 100 (39). Segundo a classificação de Köppen, é Cwa, caracterizado pela 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 de 1400

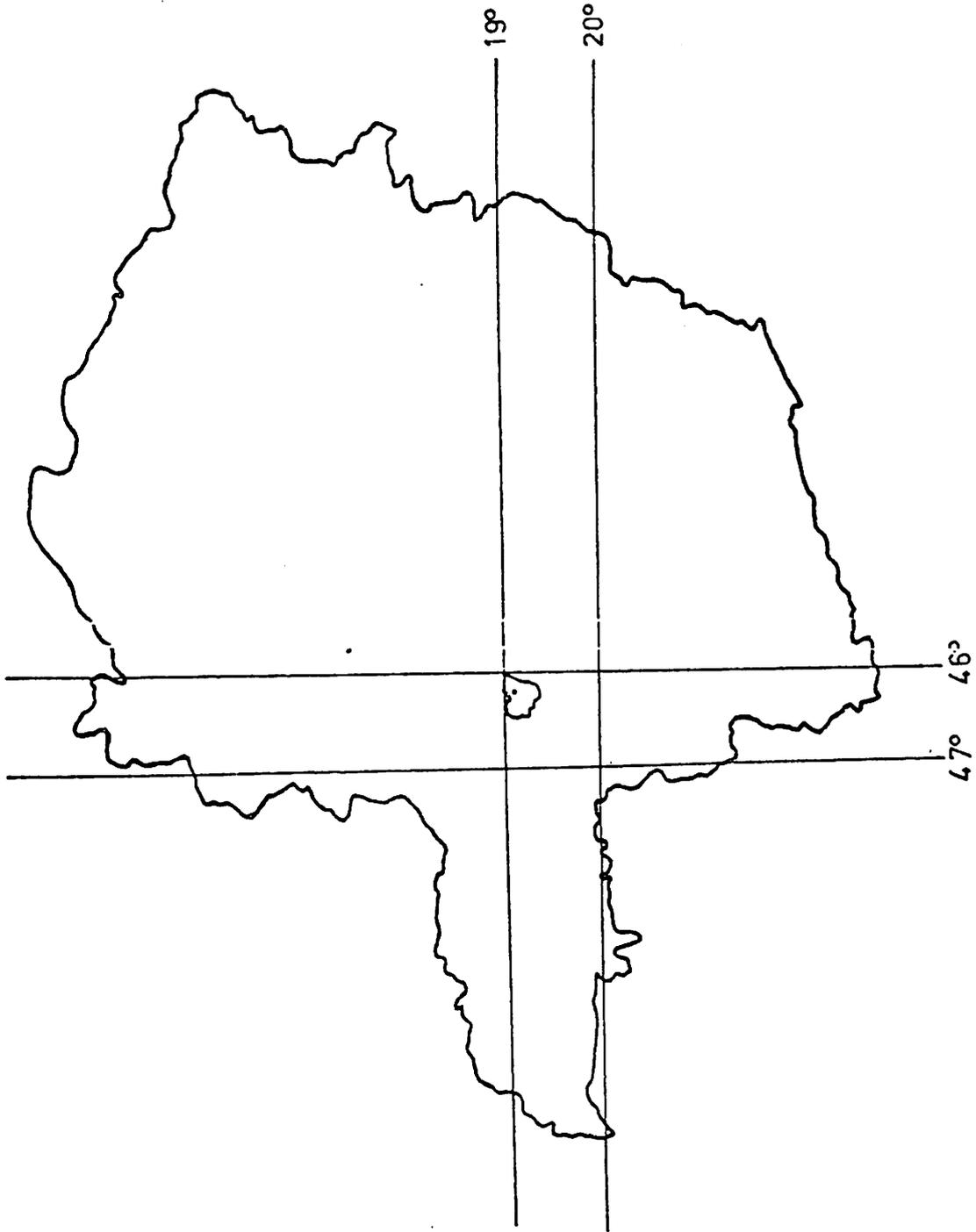


FIGURA 2 - Situação do Município de Rio Paranaíba - MG

mm e os períodos secos mais frequentes ocorrem nos meses de junho a agosto (16). Durante o período chuvoso ocorrem, frequentemente, pequenos períodos de completa estiagem e intensa insolação, conhecidos por "veranicos".

Na área de chapada onde predomina a unidade Latossolo Vermelho Amarelo, a vegetação é característica de cerrado, com árvores geralmente tortuosas, casca muito espessa, folhas coriáceas e brilhantes. Já nas áreas de ocorrência do Latossolo Roxo, a vegetação tem aspecto fisionômico bem mais desenvolvido e denso que a do cerrado característico da chapada. As árvores e arbustos formam maciços altos e densos, podendo ser reconhecidos como uma vegetação de transição entre cerradão e floresta subcaducifolia.

Atualmente, devido ao grande incremento agrícola ocorrente na área, a vegetação natural tem dado lugar a campos de cultura, principalmente na posição de chapada, onde predomina o Latossolo Vermelho Amarelo. Já nas áreas de ocorrência do Latossolo Roxo, grande parte das mesmas é utilizada como pastagem natural, restando poucas áreas com remanescentes da vegetação primitiva.

3.2. Métodos

3.2.1. Análises físicas

A análise granulométrica e a argila dispersa em água foram determinadas pelo método de pipeta, conforme GROHMANN & VAN

RAIJ (36).

A densidade do solo e de partículas foram determinadas segundo BLAKE (14).

A umidade gravimétrica retida a 1/3 de atmosfera foi avaliada pelo método da placa porosa (63) e a 15 atmosferas pelo método do extrator de membranas de RICHARDS (64).

3.2.2. Análises químicas

O pH dos solos em água e em solução normal de KCl, o percentual de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 e P_2O_5 do ataque sulfúrico, o fósforo disponível, cálcio + magnésio trocáveis, o potássio, sódio, alumínio e hidrogênio trocáveis, o carbono orgânico e o nitrogênio total, foram determinados conforme VETTORI (71).

A capacidade de troca de cátions (CTC ou T) foi determinada diretamente pelo método de GLÓRIA et alii (33) e pelo processo indireto somando-se os teores de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , Al^{+++} e H^+ ; a CTC efetiva foi estimada pelo somatório de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Al^{+++} .

A necessidade de calagem (NC) foi estipulada segundo o método indicado pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS (27).

3.2.3. Análises mineralógicas

A fração argila foi separada com o uso de pipeta usando-se NaOH 0,1N como dispersante. Após um período de evaporação e concentração adicionou-se algumas gotas da suspensão em lâmina de vidro, obtendo-se a orientação das partículas de argila.

A fração areia foi finamente moída e montada em pó.

3.2.4. Gênese e classificação dos solos

O estudo da gênese dos solos foi feito com base na interpretação dos resultados analíticos obtidos, comparando os mesmos com os padrões apresentados em literatura e com os dados obtidos em trabalhos semelhantes efetuados em outras regiões, a exemplo de BAHIA (6), SOUZA (69) e FERNANDES & RESENDE (29).

A classificação natural dos solos foi baseada no SOIL SURVEY STAFF (67) e na Classificação Brasileira conforme os critérios propostos por BENNEMA & CAMARGO (11).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Geomorfologia

4.1.1. Distribuição dos solos na paisagem

A unidade Latossolo Vermelho Amarelo distribui-se em um extenso chapadão praticamente plano ou com suaves ondulações em algumas partes (Figura 3), representando as cotas mais elevadas da região com altitudes geralmente superiores a 1.100 metros.

Os perfis da unidade Latossolo Roxo situam-se no terço superior das encostas de perfil convexo, ocupando às vezes a parte intermediária das mesmas (Figura 4). Logo abaixo, no terço inferior das encostas, têm-se solos pouco desenvolvidos onde se nota o afloramento de tufo vulcânico e em algumas partes mais dissecadas ocorrem solos pouco desenvolvidos originados de arenito. Devido à pequena expressão geográfica, estes últimos solos não foram estudados no presente trabalho.

A Figura 5 mostra a distribuição das unidades Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Roxo e solos pouco desenvolvidos na

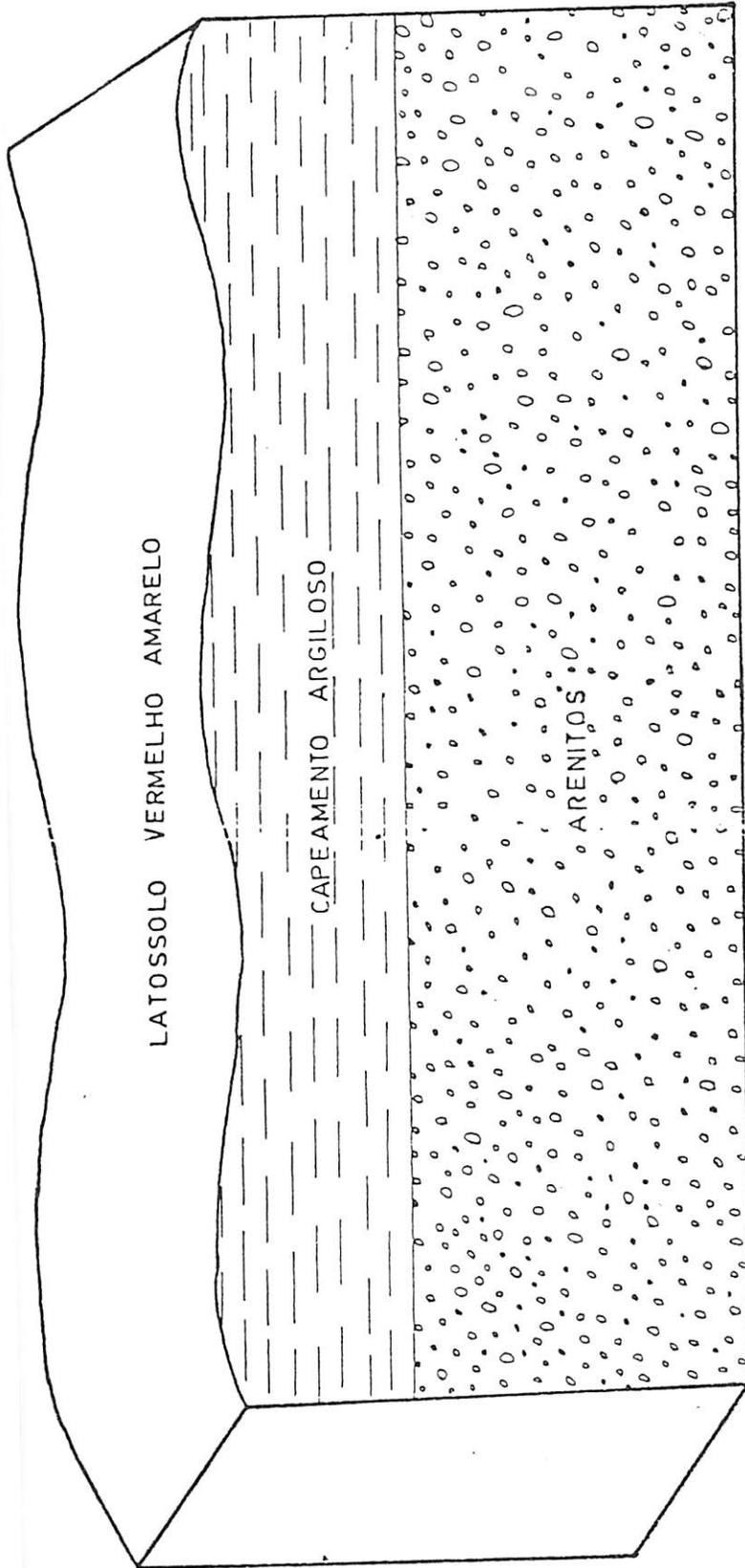


FIGURA 3 - Bloco-diagrama da Unidade LATOSSOLO VERMELHO AMARELO.

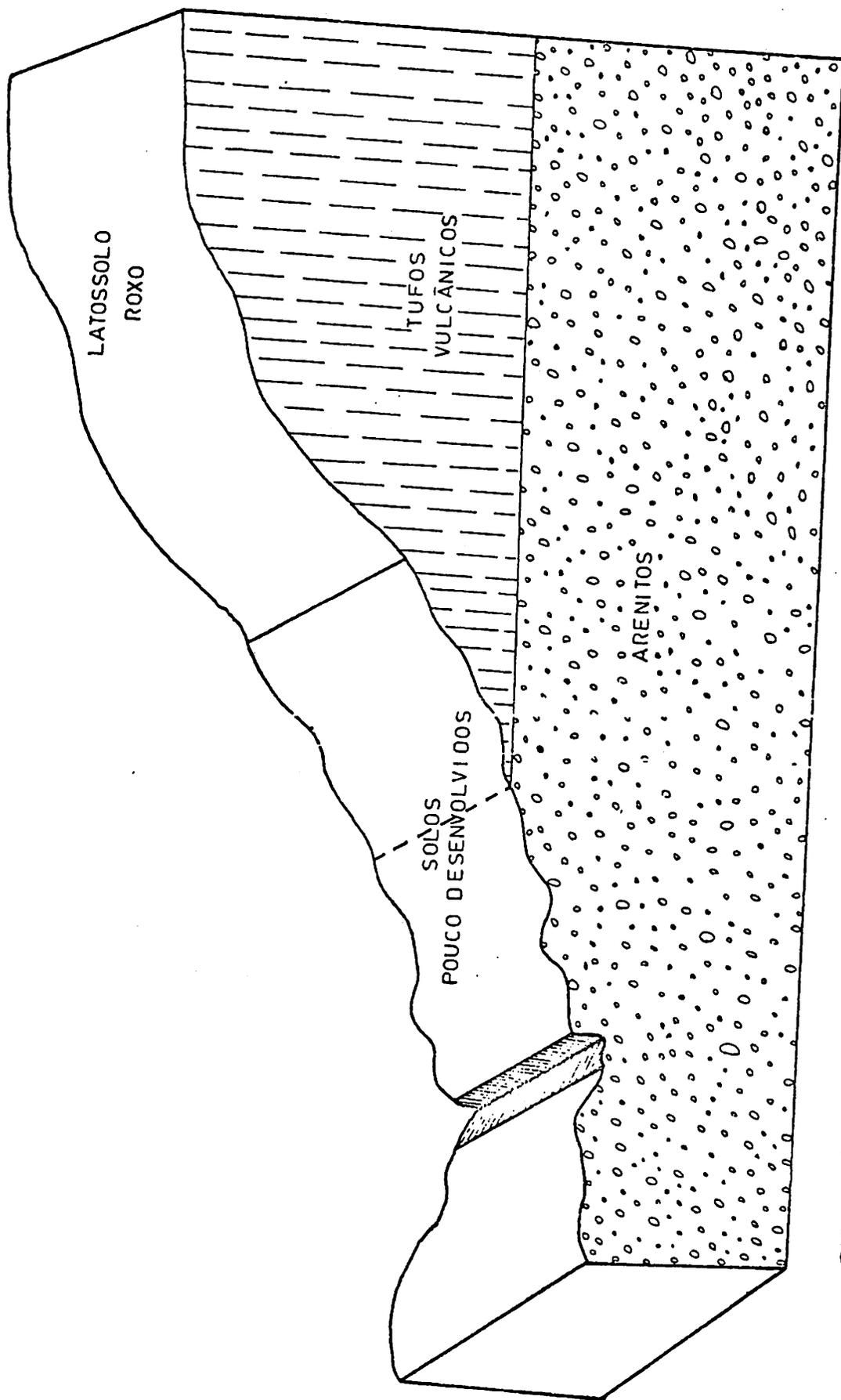


FIGURA 4 - Bloco-diagrama da Unidade LATOSSOLO ROXO.

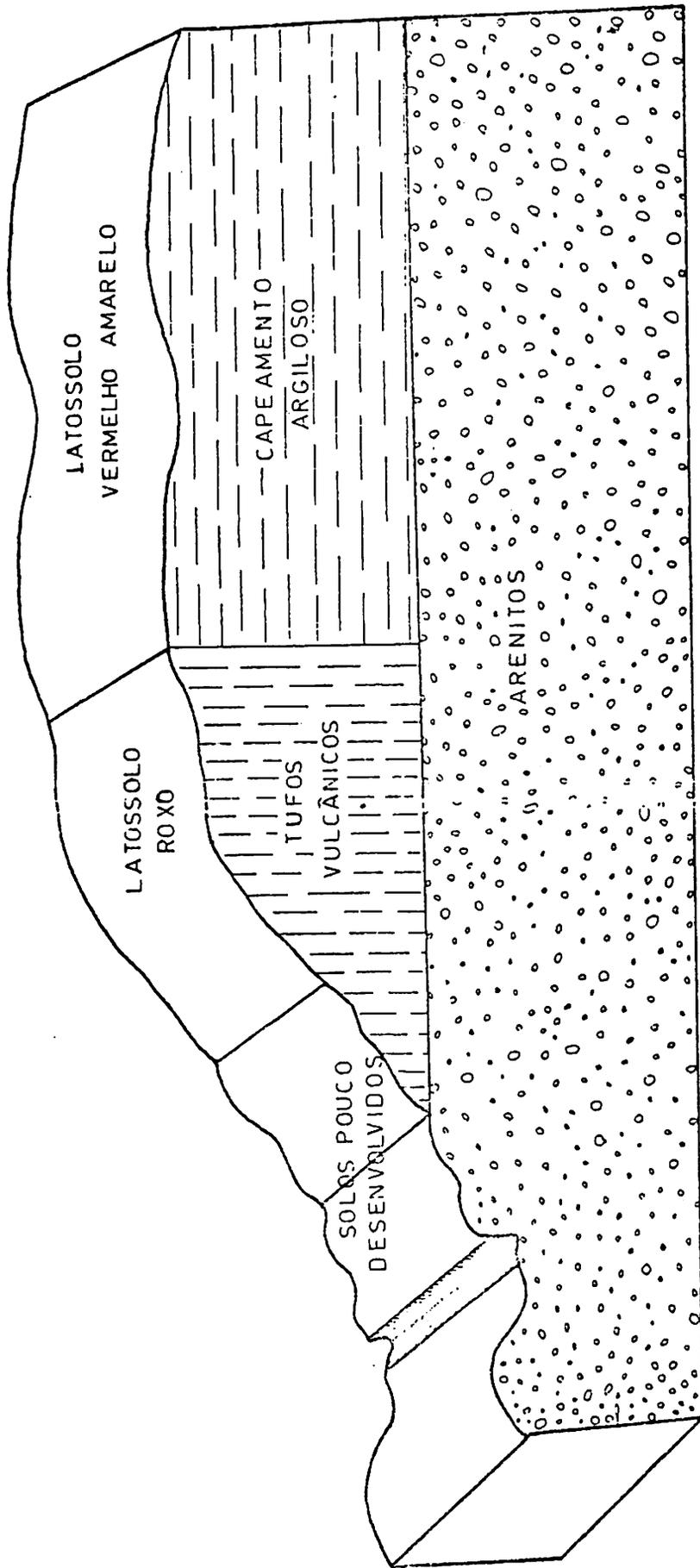


FIGURA 5 - Bloco-diagrama representando as Unidades em Toposequência.

paisagem, onde se nota que os solos mais rasos situam-se em posição topográfica inferior aos solos mais profundos, indicando uma intensa dissecação dos vales que formam os interflúvios dos chapadões.

4.1.2. Evolução da paisagem

Correlacionando as três categorias de paisagem propostas por BENNEMA et alii (10) com as características geomórficas dos solos em questão (Figura 5), pode-se observar que a unidade Latossolo Vermelho Amarelo se situa em uma posição topográfica que evidencia uma superfície antiga, remanescente de primitivas estruturas (Figura 6), o que, segundo ALMEIDA (1), é resultante de prolongados processos erosivos das rochas regionais.

A preservação dessas velhas superfícies de erosão desenvolvidas em ambiente tropical devem-se, segundo PENTEADO (59), às carapaças lateríticas que se mantêm em saliência na paisagem, comportando-se as rochas vizinhas como material mais tenro do que as carapaças, em relação à erosão diferencial. Por outro lado, a extrema permeabilidade do manto aliada a uma rede de drenagem muito precária contribuem para a conservação destas superfícies. Em decorrência deste processo há formação de uma paisagem de superfícies aplainadas, protegida por uma nítida "cornija" de material concrecionário ferruginoso, seguida de longas vertentes concavas, compostas de segmentos convexos.

A borda oriental da chapada funde-se com uma faixa mais a



FIGURA 6 - Aspecto da superfície aplainada onde ocorre o Latosso
lo Vermelho Amarelo

cidentada, conhecida como Serra da Mata da Corda, constituindo o divisor das bacias dos rios Paranã e São Francisco. Observa-se uma brusca mudança na vegetação, que se converte de cerrado típico para exuberante cerradão, em transição para floresta subcaducifolia, a partir da faixa de contato entre as duas unidades de solo, já próximo à borda do chapadão, onde os tufos vulcânicos deram origem ao Latossolo Roxo.

As encostas entre as bacias Paranã - São Francisco e o planalto, apresentam a unidade Latossolo Roxo distribuída nos segmentos convexos que compõem a porção superior de um pedimento dissecado, ligeiramente côncavo e, nas partes superiores de vários patamares semelhantes a ombreiras que penetram num amplo vale em forma de "U" que secciona a camada de tufos e cujo fundo corta os arenitos, como é mostrado na Figura 7. Estes patamares (Figura 8), demonstram estar sofrendo intensa dissecação, fato este evidenciado pela exposição dos tufos, podendo-se notar, seguindo uma mesma amplitude da cota, nítidas manchas esverdeadas que caracterizam a rocha exposta.

A paisagem em questão é harmônica com o modelo proposto por BIGARELLA (12), podendo-se notar testemunhos bastante evidentes de uma alternância de períodos úmidos e semi-áridos, estes últimos formando os pedimentos.

Levando-se em consideração este modelo, a presença do Latossolo Roxo nas superfícies dos segmentos convexos que compõem o longo pedimento dissecado, indica que este solo se desenvolve sobre uma espessa camada de rochas piroclásticas que preenchem

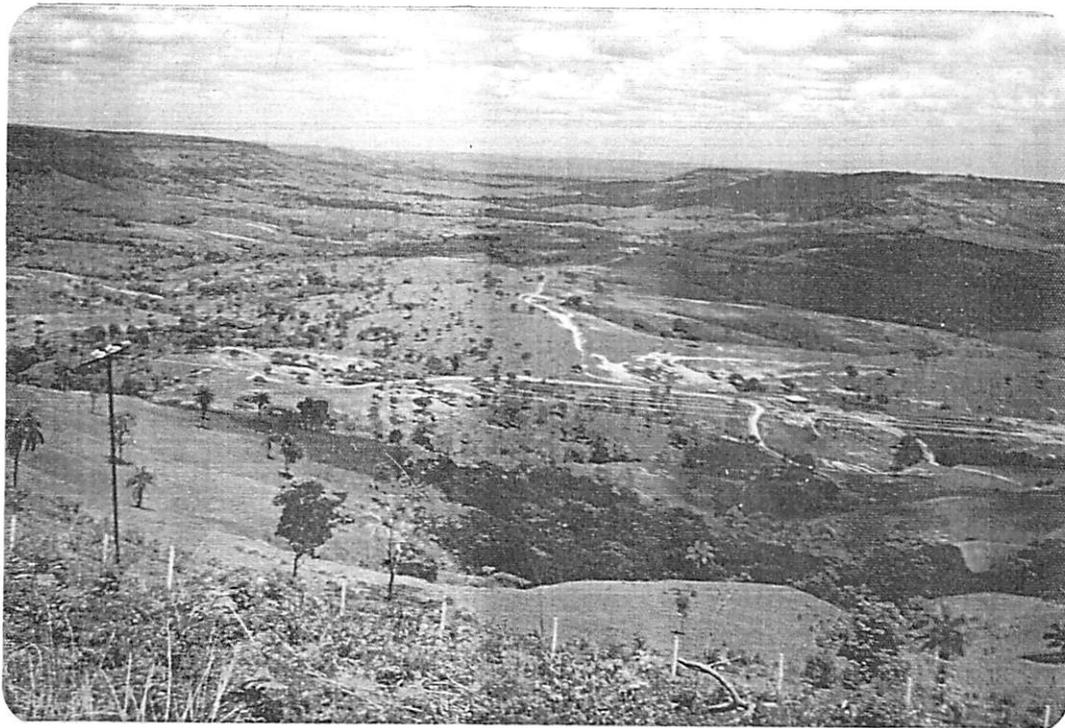


FIGURA 7 - Vista geral do amplo vale em cujas encostas ocorre o Latossolo Roxo. Ao fundo, à esquerda, vê-se a borda do chapadão onde está localizado o perfil do Latossolo Vermelho Amarelo



FIGURA 8 - Aspecto de um patamar semelhante a uma ombreira cujas vertentes estão sendo desgastadas pela erosão

o atual vale e com posterior ação erosiva foi carregado, restando as áreas remanescentes na borda do chapadão e partes superior e média da encosta. À medida que se aproxima do fundo do vale, este solo vai diminuindo de profundidade até dar lugar a solos pouco desenvolvidos originados dos tufos, os quais por sua vez se limitam com solos originados de arenito, já nas cotas inferiores da encosta.

Os pequenos cursos d'água, tributários dos rios Paraná e São Francisco, continuam a dissecar intensamente os patamares que penetram o amplo vale escavado em arenito. A Figura 8 mostra um extenso patamar que está sendo desgastado intensamente pela erosão. As vertentes laterais são onduladas, apresentando uma série de voçorocas estabilizadas e outras ainda em plena fase de atuação.

Apesar da posição topográfica superior do Latossolo Roxo, não se nota nos declives inferiores a este, deposição de material coluvial. Isto indica que, se está ocorrendo colúviação de material fino extremamente intemperizado deste solo, não está havendo um conseqüente acúmulo nas partes mais baixas, pois não houve ainda tempo suficiente para o aparecimento de um declive suave ou pedimento, em virtude desta área ser uma superfície de erosão bastante jovem, na qual os riachos e deflúvios ocasionais continuam com uma dissecação intensa formando vales profundos em forma de "V" extremamente agudo.

O atual clima úmido é responsável pela retomada da ação erosiva e a dissecação da paisagem está em franca evolução, fato

este acelerado pelo desmatamento e falta de manejo adequado dos solos. Tanto o Latossolo Roxo quanto os solos pouco desenvolvidos sobre tufito e arenito estão sofrendo um arrastamento constante de suas partículas com evidências de inúmeros sulcos de erosão e voçorocas sendo formados, como pode ser visto nas Figuras 8 e 9.

4.2. Morfologia

Foram utilizados para este estudo dois perfis de solos representativos da área do município de Rio Paranaíba - MG. A seguir, é apresentada a situação, a descrição e a localização dos referidos perfis:

4.2.1. Perfil nº 1

Unidade Taxonômica: Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (Figuras 10 e 11).

Localização: 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.

Relevo: plano.

Altitude: 1.142 metros.

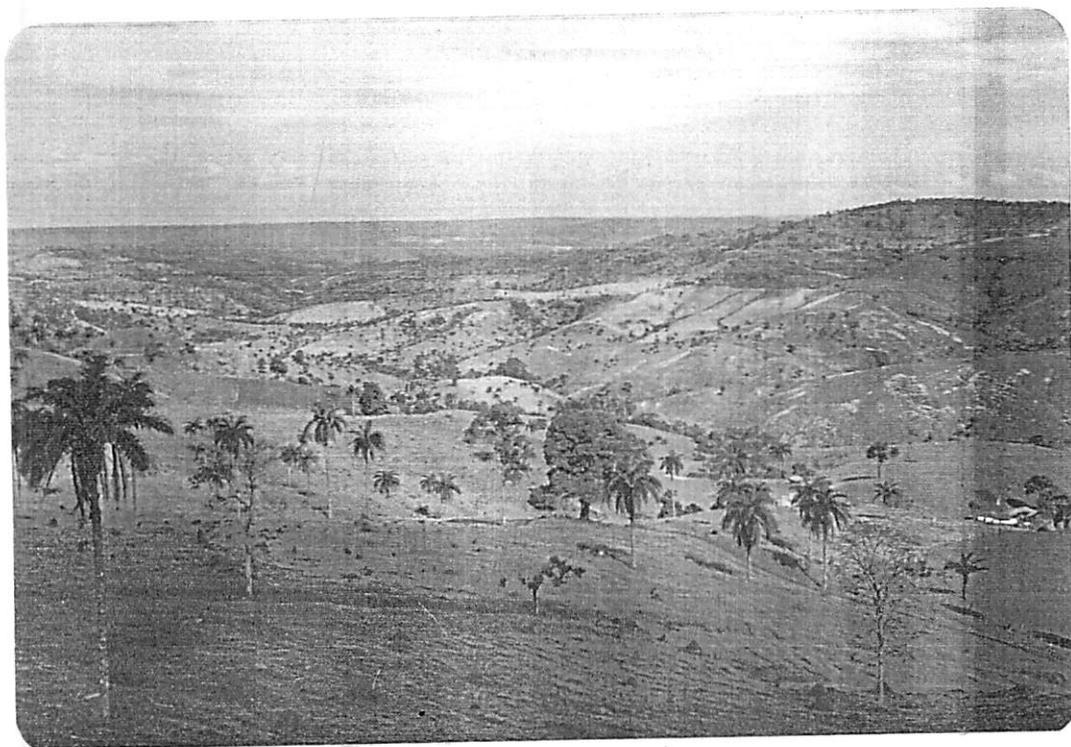


FIGURA 9 - Aspecto da ação erosiva sobre o Latossolo Roxo e Solos Pouco Desenvolvidos

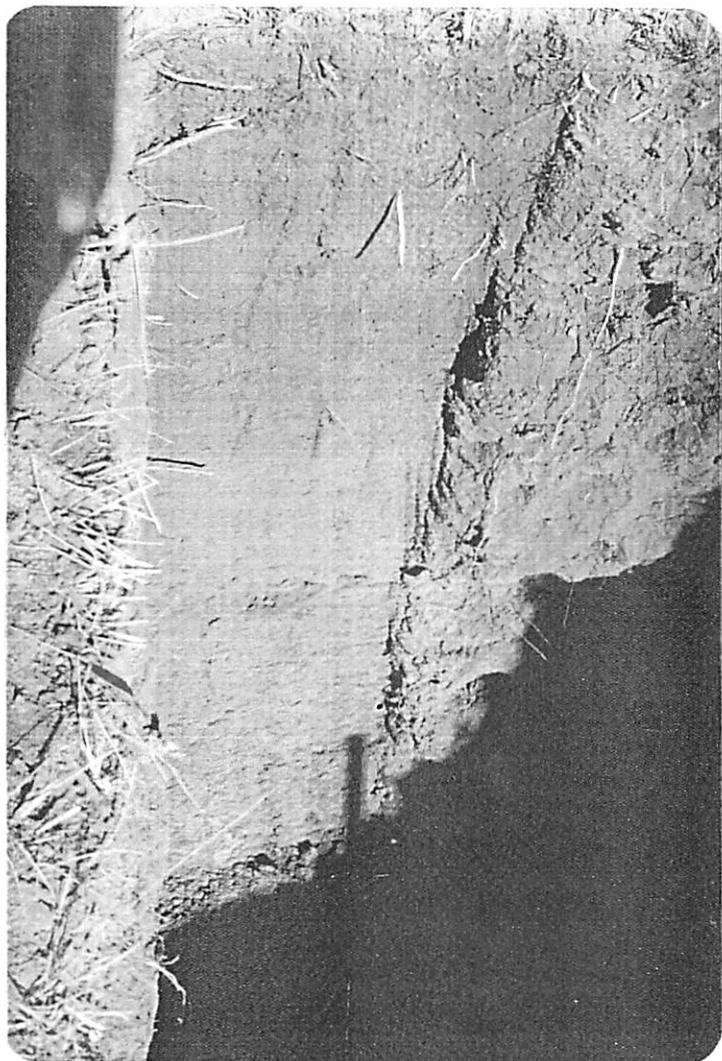


FIGURA 10 - Perfil do Latossolo Vermelho Amarelo



FIGURA 11 - Paisagem em que ocorre o Latossolo Vermelho Amarelo

Material de origem: sedimentos argilosos.

Erosão: laminar ligeira.

Drenagem: bem drenado.

Vegetação: campo cerrado.

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

- A₁ 0 - 16 cm; bruno (7,5YR 5/4, úmido); bruno escuro (7,5YR 4/4, úmido amassado); bruno forte (7,5YR 5/6, seco); muito argiloso; moderada pequena e média blocos subangulares que se desfazem em grânulos; poroso; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- A₃ 16 - 28 cm; vermelho amarelado (5YR 5/8, úmido); bruno avermelhado (5YR 5/4, úmido amassado); bruno forte (7,5YR 5/8, seco); muito argiloso; moderada pequena e média blocos subangulares que se desfazem em grânulos; poroso; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- B₁ 28 - 52 cm; vermelho amarelado (5YR 4/8, úmido); vermelho amarelado (5YR 5/6, seco); muito argiloso; 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 plana.

- B₂₁ 52 - 92 cm; vermelho amarelado (5YR 5/8, úmido); amarelo avermelhado (5YR 6/8, seco); muito argiloso; 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 a difusa e plana.
- B₂₂ 92 - 122 cm; vermelho amarelado (5YR 5/6, úmido); vermelho amarelado (5YR 5/8, seco); muito argiloso; 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 a difusa e plana.
- B₂₃ 122 - 155 cm; vermelho amarelado (5YR 5/8, úmido); amarelo avermelhado (5YR 6/8, seco); muito argiloso; aspecto de maciça porosa "in situ" que se desfaz em forte muito pequena granular; poroso; muito duro, firme, plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual a difusa e plana.
- B₂₄ 155 - 200 cm +; vermelho amarelado (5YR 5/6, úmido); vermelho amarelado (5YR 5/8, seco); muito argiloso; aspecto de maciça porosa "in situ" que se desfaz em forte muito pequena granular; pouco poroso; muito duro, firme, plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes: comuns no A₁ e A₃; poucas a comuns no B₁ e B₂₁; poucas no B₂₂ e B₂₃; raras no B₂₄.

Observações: presença de nódulos argilosos de forma esférica com diâmetro em torno de 1 cm, nos horizontes B₂₃ e B₂₄. O matiz destes nódulos é amarelo bruno (10YR 6/6).

4.2.2. Perfil nº 2 (Figuras 12 e 13)

Unidade Taxonômica: Latossolo Roxo Distrófico

Localização: 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.

Relevo: forte ondulado.

Altitude: 1.059 metros.

Material de origem: tufos vulcânicos

Erosão: laminar moderada.

Drenagem: acentuadamente drenado.

Vegetação: cerradão em transição para Floresta Subcaducifolia.

Uso atual: pastagem de capim gordura.

A₁ 0 - 34 cm; bruno avermelhado escuro (2,5YR 3/4, úmido); vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido amassado); vermelho escuro (2,5YR 3/6, seco); argila; moderada pequena e média

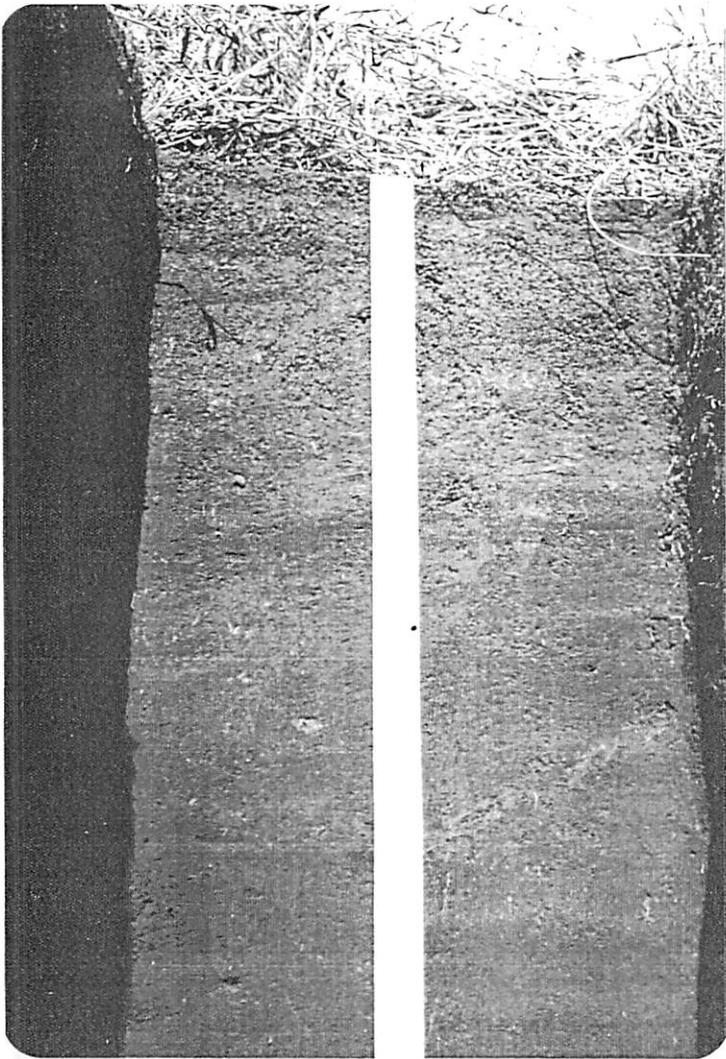


FIGURA 12 - Perfil do Latossolo Roxo



FIGURA 13 - Paisagem em que ocorre o Latossolo Roxo

granular; poroso; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

A₃ 34 - 60 cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido); vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido amassado); bruno avermelhado (2,5YR 4/4, seco); argila; moderada a fraca média blocos subangulares e alguns grânulos; poroso a muito poroso; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual a difusa e plana.

B₁ 60 - 120 cm; vermelho escuro (10R 3/6, úmido); vermelho fraco (10R 4/3, seco); argila; aspecto de maciça porosa "in situ" que se desfaz em forte muito pequena granular; muito poroso; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual a difusa e plana.

B₂ 102 - 200 cm +; vermelho escuro (10R 3/6, úmido); vermelho (10R 4/6, seco); argila; aspecto de maciça porosa "in situ" que se desfaz em forte muito pequena granular; muito poroso; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes: comuns no A₁ e A₃; poucas no B₁; raras no B₂.

Observação: a massa do solo é atraída pelo magneto.

Utilizando-se a anterior descrição de perfis, verifica-se que os dados morfológicos da unidade Latossolo Vermelho Amarelo se enquadram dentro dos critérios propostos pela COMISSÃO DE SOLOS (21). Os matizes 5YR e 7,5YR são provavelmente decorrentes da presença de goetita ou ausência de hematita, conforme é proposto por RESENDE (62). Nos horizontes B₂₃ e B₂₄, o material do solo apresenta consistência muito dura quando seco, o que não é comum para Latossolos.

Os dados morfológicos da unidade Latossolo Roxo estão de acordo com os da COMISSÃO DE SOLOS (21), apesar de ocorrer uma redução na profundidade do solo quando se tende para as partes mais baixas da encosta. Tal fato evidencia uma nova tomada de erosão da vertente, acelerada pela desnudação vegetal. A partir da meia encosta observa-se o afloramento de rochas tufáceas e, próximo à borda do chapadão encontram-se superficialmente, fragmentos ferruginosos concrecionários conhecidos como canga lateritica.

A coloração vermelho escuro arroxeada deste solo é um reflexo do alto teor de Fe₂O₃ total, pelo menos em parte na forma de hematita.

4.3. Análises físicas

Os resultados das análises físicas realizadas estão contidos no Quadro 1.

QUADRO 1 - Análise mecânica expressa em % de T.F.S.E., umidade gravimétrica retida pelo solo; densidade do solo e de partículas e volume total de poros

Horizonte	Distribuição granulométrica (%)				Relaçã Silte/Argila	Grau de Floculação (%)	Umidade gravimétrica retida a		Densidade de partículas (g/cm ³)	Densidade do solo (g/cm ³)	V T P (%)
	Areia	Silte	Argila	Argila H ₂ O			1/3 atm (%)	15 atm (%)			
	2-0,05mm	0,05-0,002mm	<0,002mm								
Latossolo Vermelho Amarelo											
A ₁	6,80	10,25	82,95	5,20	0,12	93,73	29,23	23,96	2,82	1,03	63,47
A ₃	5,55	10,85	83,60	8,10	0,13	90,31	30,42	24,94	2,72	0,93	65,80
B ₁	7,05	8,10	84,85	7,10	0,10	91,63	34,00	24,90	2,67	0,96	64,04
B ₂₁	10,15	5,65	84,20	8,80	0,07	89,55	32,00	24,96	2,76	0,92	66,66
B ₂₂	9,97	5,05	84,98	1,00	0,06	98,82	32,74	25,12	2,80	0,97	65,35
B ₂₃	9,67	5,30	85,03	3,50	0,05	95,88	32,63	26,56	2,82	1,02	63,82
B ₂₄	10,40	1,85	87,75	0,75	0,02	99,15	31,67	26,60	2,73	1,03	62,27
Latossolo Roxo											
A ₁	30,20	20,05	49,75	9,95	0,40	80,00	33,25	21,70	3,05	1,22	66,00
A ₃	25,35	16,85	57,80	12,10	0,27	79,07	28,30	20,54	3,08	1,11	63,96
B ₁	25,85	15,90	57,25	13,10	0,23	77,12	35,59	20,08	3,09	1,23	60,19
B ₂	25,30	18,80	55,90	2,05	0,34	96,33	31,31	18,70	3,12	1,16	62,82

4.3.1. Análise granulométrica

Os resultados referentes à granulometria, obtidos nos dois solos em estudo, mostram que a fração argila é predominante, sendo observado um ligeiro aumento desta fração do horizonte A₁ para o B, evidenciando ausência de diferenciação textural. As frações areia e silte são mais elevadas no Latossolo Roxo.

Os teores de argila dispersa em água são menores nos horizontes B₂₂, B₂₃ e B₂₄ do Latossolo Vermelho Amarelo e no horizonte B₂ do Latossolo Roxo, como ficou demonstrado pelo alto índice de floculação destes horizontes. A relação silte/argila é menor no primeiro solo em consequência de menores teores de silte e altos teores de argila nos diversos horizontes, sugerindo uma maior intemperização.

4.3.2. Densidade do solo e de partículas

Verifica-se pelo Quadro 1 que os valores de densidade do solo da unidade Latossolo Vermelho Amarelo são inferiores aos encontrados pela COMISSÃO DE SOLOS (21), porém FERNANDES & RESENDE (29) constataram valores semelhantes a estes em um solo desta mesma unidade. A densidade de partículas deste solo é ligeiramente superior aos valores verificados pela COMISSÃO DE SOLOS (21), enquanto que os resultados de densidade do solo e de partículas do Latossolo Roxo concordam com os valores encontrados pela referida COMISSÃO.

4.3.3. Umidade gravimétrica retida a 1/3 e a 15 atmosferas

Pode-se observar que os valores de umidade são relativamente homogêneos entre os diversos horizontes de cada solo. Entretanto, o Latossolo Roxo apresenta maiores valores de água disponível, o que provavelmente está relacionado aos seus teores mais elevados de silte (49) ou areia fina (52).

4.4. Análises químicas

Os resultados destas análises podem ser observados nos Quadros 2 a 4.

Os dados apresentados no Quadro 2 evidenciam que a unidade Latossolo Roxo apresenta maiores valores de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, K^+ , Na^+ e maior percentagem de saturação em bases. Os valores de alumínio trocável são geralmente baixos para ambos os solos, apesar destes apresentarem valores relativamente elevados de acidez potencial. O Latossolo Vermelho Amarelo apresenta percentagem de saturação com alumínio superior a 43,0% em todos os horizontes, com exceção do A_3 , enquanto no Latossolo Roxo há um aumento desta saturação com a profundidade do solo, porém os valores são bem inferiores aos do primeiro solo.

A análise destes resultados demonstra que os cátions trocáveis (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Na^+) estão mais concentrados próximo à superfície. Tal fato se deve provavelmente ao longo e contínuo processo de reciclagem vegetal, com incorporação periódica de ma

QUADRO 2 - Características químicas do complexo sortivo dos solos

Horizonte	Teores em mE/100g						V (%)	100 Al ⁺⁺⁺ Al ⁺⁺⁺ + S (%)
	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺ + Al ⁺⁺⁺		
Latossolo Vermelho Amarelo								
A ₁	0,2	0,09	0,02	0,31	0,2	6,3	4,69	39,22
A ₃	0,1	0,10	0,02	0,22	0,1	4,2	4,98	31,25
B ₁	0,1	0,02	0,02	0,14	0,1	4,8	2,83	41,67
B _{2.1}	0,1	0,01	0,02	0,13	0,1	3,6	3,49	43,48
B _{2.2}	0,1	0,01	0,02	0,13	0,1	2,4	5,14	43,48
B _{2.3}	0,1	0,01	0,02	0,13	0,1	1,8	6,74	43,48
B _{2.4}	0,1	0,01	0,02	0,13	0,1	1,2	9,78	43,48
Latossolo Roxo								
A ₁	3,8	0,10	0,06	3,96	0,1	5,4	42,31	2,46
A ₃	1,9	0,08	0,06	2,04	0,2	4,8	29,82	8,93
B ₁	0,5	0,02	0,02	0,54	0,4	4,8	10,11	42,55
B ₂	0,2	0,02	0,02	0,24	0,1	3,6	6,25	29,41

QUADRO 3 - pH, Δ pH, necessidade de calagem (NC), fósforo disponível, matéria orgânica, nitrogênio total e capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos

Horizonte	pH (1:2,5)		ΔpH (pH _{KCl} -pH _{H₂O})	NC (ton/ha)	Fósforo (ppm)	Matéria orgânica (%)	Nitrogênio total (%)	CTC (mE/100g)		
	Em KCl	Em N						Em H ₂ O	Processo direto	Processo indireto
Latossolo Vermelho Amarelo										
A ₁	4,7	5,0	-0,3	2,2	1	3,22	0,16	11,60	6,61	0,49
A ₃	5,2	5,3	-0,1	2,1	1	2,59	0,13	9,00	4,42	0,30
B ₁	5,1	5,7	-0,6	2,1	1	2,46	0,12	8,00	4,94	0,22
B ₂₁	5,5	6,0	-0,5	2,1	1	2,36	0,12	7,00	3,73	0,21
B ₂₂	6,1	6,0	+0,1	2,1	1	1,87	0,09	6,20	2,53	0,21
B ₂₃	6,3	6,2	+0,1	2,1	1	1,29	0,06	6,00	1,93	0,21
B ₂₄	6,7	6,4	+0,3	2,1	1	1,41	0,07	6,00	1,33	0,21
Latossolo Roxo										
A ₁	5,0	6,1	-1,1	0,2	2	3,65	0,18	10,20	9,36	4,00
A ₃	4,9	6,0	-1,1	0,5	2	4,72	0,24	8,60	6,84	2,18
B ₁	4,6	5,6	-1,0	0,3	2	1,99	0,10	7,40	5,34	0,92
B ₂	5,0	5,7	-0,7	2,0	2	1,29	0,06	5,60	3,84	0,32

* CTC Efetiva = Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ + K⁺ + Al⁺⁺⁺

QUADRO 4 - Análise química total dos solos

Horizonte	Ataque por H ₂ SO ₄ d=1,47(%)					Ki	Kr	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅			
Latossolo Vermelho Amarelo								
A ₁	6,52	29,58	16,50	0,91	0,09	0,37	0,28	2,81
A ₃	5,92	29,83	16,50	0,75	0,07	0,34	0,25	2,84
B ₁	3,44	29,32	15,17	0,71	0,09	0,20	0,15	3,03
B ₂₁	5,76	29,07	15,17	1,26	0,09	0,34	0,25	3,00
B ₂₂	5,40	29,07	15,57	0,82	0,07	0,32	0,24	2,93
B ₂₃	6,88	28,56	15,37	1,16	0,07	0,41	0,30	2,92
B ₂₄	4,38	29,36	15,57	0,66	0,07	0,25	0,19	2,96
Latossolo Roxo								
A ₁	10,78	14,79	26,35	2,16	0,54	1,24	0,58	0,88
A ₃	10,42	14,53	26,55	2,66	0,54	1,22	0,56	0,86
B ₁	12,84	14,79	27,15	1,38	0,52	1,48	0,68	0,86
B ₂	12,34	15,38	28,34	2,08	0,46	1,36	0,63	0,85

terial orgânico nos horizontes superficiais.

Apesar do baixo teor de alumínio trocável apresentado pelos solos, o Latossolo Vermelho Amarelo apresentou maior porcentagem de saturação com este íon, fato este decorrente da baixa soma de bases deste solo. Segundo KAMPRATH (42), solos com valores acima de 40% de saturação com alumínio poderão apresentar problemas para o desenvolvimento das culturas, caso em que se enquadra o solo em questão.

No quadro 3 verifica-se que a necessidade de calagem (NC) é inferior a 2,4 ton/ha para os dois solos. O pH em KCl N é inferior ao pH em H₂O, como é demonstrado pelo valor negativo de Δ pH, com exceção dos horizontes B₂₂, B₂₃ e B₂₄ do Latossolo Vermelho Amarelo. Esses horizontes apresentam valores positivos de Δ pH, o que, segundo WUTKE (72), seria decorrente da substituição de OH dos polímeros de alumínio, pelo cloro. ALVAHYDO (2) encontrou valores positivos de Δ pH em solos com elevados teores de Fe₂O₃ e Al₂O₃ e, em outros com gibsitita. Segundo BENNEMA & CAMARGO (11), o Latossolo Vermelho Amarelo possui sistema mineralógico composto predominantemente por caulinita e sesquióxidos, justificando também tal ocorrência. Nos demais horizontes desta unidade há um predomínio de cargas superficiais negativas disponíveis e conseqüentemente uma CTC > CTA, como é proposto por MEKARU & UEHARA (54). O mesmo ocorre com o Latossolo Roxo. Pode-se constatar que no Latossolo Vermelho Amarelo houve um aumento do pH com a profundidade, fato este verificado também por RANZANI (61) e JACOMINE (41) em solos sob vegetação de cerrado. Já no La

tossolo Roxo, o horizonte A apresentou valores mais altos, provavelmente devido principalmente ao teor mais elevado de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ nos dois horizontes superficiais.

Os solos estudados apresentam, como pode ser observado no Quadro 3, teores médios de matéria orgânica nos horizontes superficiais, havendo uma tendência de redução com a profundidade.

Os valores de CTC pelo método direto são mais elevados que os obtidos pelo somatório dos teores de cálcio + magnésio, potássio, sódio, alumínio e hidrogênio trocáveis (Quadro 3). Isto, provavelmente, é devido ao deslocamento mais completo dos cátions trocáveis quando se procedeu a saturação do solo com a solução de acetato de cálcio a pH 7,0. Por outro lado, os valores determinados foram significativamente maiores que os valores de CTC efetiva. Uma das razões dessa grande discrepância é a presença de H^+ em teores elevados como pode ser observado no Quadro 2, quando se compara os resultados de $\text{H}^+ + \text{Al}^{+++}$ com Al^{+++} . Os valores de CTC efetiva dos solos estão de acordo com os encontrados por LOPES (48), com exceção dos horizontes A_1 e A_3 do Latossolo Roxo. Estes valores mais altos podem ser causados pela matéria orgânica em maior quantidade nos referidos horizontes e/ou pelos valores mais elevados de pH. Uma outra razão para a superestimação dos valores determinados de CTC pelos outros métodos em relação à CTC efetiva poderia ser a diferença entre o pH natural do solo e o pH 7,0 da solução de acetato de cálcio. Valores de pH 7,0 irão condicionar um aumento na capacidade de troca de cátions destes solos, pois nos mesmos predominam, dentro da fra-

ção argila, minerais com CTC pH dependente, além de provocar a dissociação parcial de H^+ dos radicais carboxílicos, fenólicos e imidas da matéria orgânica.

Observando-se os teores totais dos elementos no Quadro 4, verifica-se que os teores de SiO_2 são mais baixos no Latossolo Vermelho Amarelo, o que poderá ter sido ocasionado por um maior grau de intemperização, refletindo intensa dessilicatização, e/ou pelo caráter aluminoso do material de origem deste solo.

Os teores de Al_2O_3 não apresentam variações bruscas entre os diversos horizontes de ambos os solos. O Latossolo Vermelho Amarelo possui valores de Al_2O_3 em torno de 29% em todos os horizontes e tão altos teores estão relacionados com a presença de gibsita e alúmio-goetita (62).

Os valores totais de Fe_2O_3 e TiO_2 são bem mais elevados no Latossolo Roxo. O material de origem deste solo é um tufo vulcânico, com altos teores de Fe_2O_3 e TiO_2 , explicando os valores elevados destes elementos no solo. Já a unidade de solo situada no chapadão, apesar do teor de Fe_2O_3 ser relativamente elevado, variando entre 15,17 e 16,5% nos diversos horizontes, foi classificada como Latossolo Vermelho Amarelo, por apresentar coloração alaranjada com matiz 5YR e 7,5YR.

Isto sugere que quase a totalidade do ferro está na forma de goetita, visto que, pequeno teor de hematita resultaria em coloração vermelha do solo. A goetita do Latossolo Vermelho Amarelo apresenta grande estabilidade e se torna mais resistente com o

aumento do teor de $Al_{2}O_{3}$ na sua estrutura (62). O solo em questão apresenta baixos teores de cálcio e o ambiente distrófico propicia a formação da alúmio-goetita, sugerindo ser este o fator responsável pela coloração amarela deste solo.

O Latossolo Roxo apresenta teores de fósforo total bem mais elevados que o Latossolo Vermelho Amarelo, não ocorrendo uma proporção relativa em fósforo disponível. Tal fato pode ser decorrente da extração preferencial de fósforo ligado ao alumínio quando se usou extrator Mehlich (5). Além disto, como foi constatado por MOURA FILHO (57), os microagregados do Latossolo Roxo podem afetar a extração de fósforo, sendo observada uma maior disponibilidade quando se usou amostras pulverizadas de solo desta unidade.

Analisando os valores K_i dos solos em estudo (Quadro 4), observa-se que estes são inferiores e superiores a 1,0, respectivamente para o Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Roxo. Os resultados extremamente baixos do primeiro solo sugerem uma intensa intemperização e conseqüente acúmulo relativo de Al_2O_3 e Fe_2O_3 , mas por outro lado este fato não é coerente com a atual posição topográfica e aspectos morfológicos das unidades em estudo, considerando que o Latossolo Roxo apresenta condições menos favoráveis ao processo de intemperização-lixiviação, principalmente no que se refere ao encaixe das linhas de drenagem.

Os baixos valores K_i e K_r (Quadro 4), ΔpH positivo nos horizontes B_{22} , B_{23} e B_{24} (Quadro 3) e predominância de gibsitita (Figura 13) na fração argila do Latossolo Vermelho Amarelo reve-

lam um maior grau de intemperismo deste solo em relação ao Latos solo Roxo. As extensas chapadas resultantes da sedimentação eólia e lacustre dos arenitos com matriz argilosa do Bauru foram formadas sob clima úmido com intensa dissecação e encaixe de drenagem, ambiente este altamente favorável ao processo de intemperização-lixiviação. Na fase final da sedimentação Bauru processaram-se as manifestações vulcânicas que preencheram os vales, resultando os conglomerados com cimento piroclástico (tufos)(37). O impedimento da drenagem acarretou um ambiente lacustre, mas a continuidade dos processos erosivos dissecou as áreas dos tufos, restabelecendo a rede de drenagem que atualmente forma parte das bacias dos rios São Francisco e Paranaíba. Em um período seco posterior foram formados os pedimentos que compõem o atual vale em forma de U (Figura 7) e a convexidade das encostas deste vale reflete a ação erosiva da fase úmida atual. O Latossolo Roxo distribuído nestas encostas está em plena fase de desgaste apresentando intensa taxa de renovação, mas parece evidente que o material deste solo também sofreu uma pré-intemperização e intensa lixiviação antes de resultar na atual forma de relevo.

O modelo acima proposto sugere que a unidade Latossolo Vermelho Amarelo já havia sofrido uma pré-intemperização, quando foram depositados os tufos que originaram o Latossolo Roxo. Por outro lado, este solo apesar de ter sido desenvolvido de uma rocha bastante rica não apresenta um nível de fertilidade muito superior ao do Latossolo Vermelho Amarelo. Este fato parece decorrer da posição topográfica original do Latossolo Roxo que se desenvolveu inicialmente em uma área com profundo encaixe de drenagem,

possibilitando em uma fase inicial, uma intensa atuação dos fatores bioclimáticos, com conseqüente empobrecimento do material do solo.

4.5. Análises mineralógicas

Os difratogramas da fração argila dos horizontes A_1 , B_{21} e B_{24} do Latossolo Vermelho Amarelo, A_1 e B_2 do Latossolo Roxo (Figura 14) indicam que no primeiro solo há predominância de gibsita, o que confirma o seu maior grau de intemperização; verifica-se ainda, além de caolinita e anatase, a ocorrência de goetita que é responsável pela coloração amarelada deste solo.

A unidade Latossolo Roxo apresenta maiores teores de caolinita em relação à gibsita, mas não foi constatada ocorrência de goetita, pela metodologia utilizada. Este fato leva a considerar que, pelo menos em parte (talvez na sua totalidade), o ferro desta unidade se encontra na forma de hematita.

Quando se aqueceu a 500°C houve quebra da estrutura cristalina de todos os minerais, exceto de anatase, que não sofre alteração sob esta temperatura.

Na fração areia (Figura 15) observa-se, além de outros minerais, a ocorrência de quartzo, anatase e magnetita em ambas as unidades. O Latossolo Vermelho Amarelo apresenta gibsita nesta fração e o Latossolo Roxo maior teor de magnetita, fato este que ajuda a explicar a forte susceptibilidade magnética de material pulverulento deste solo.

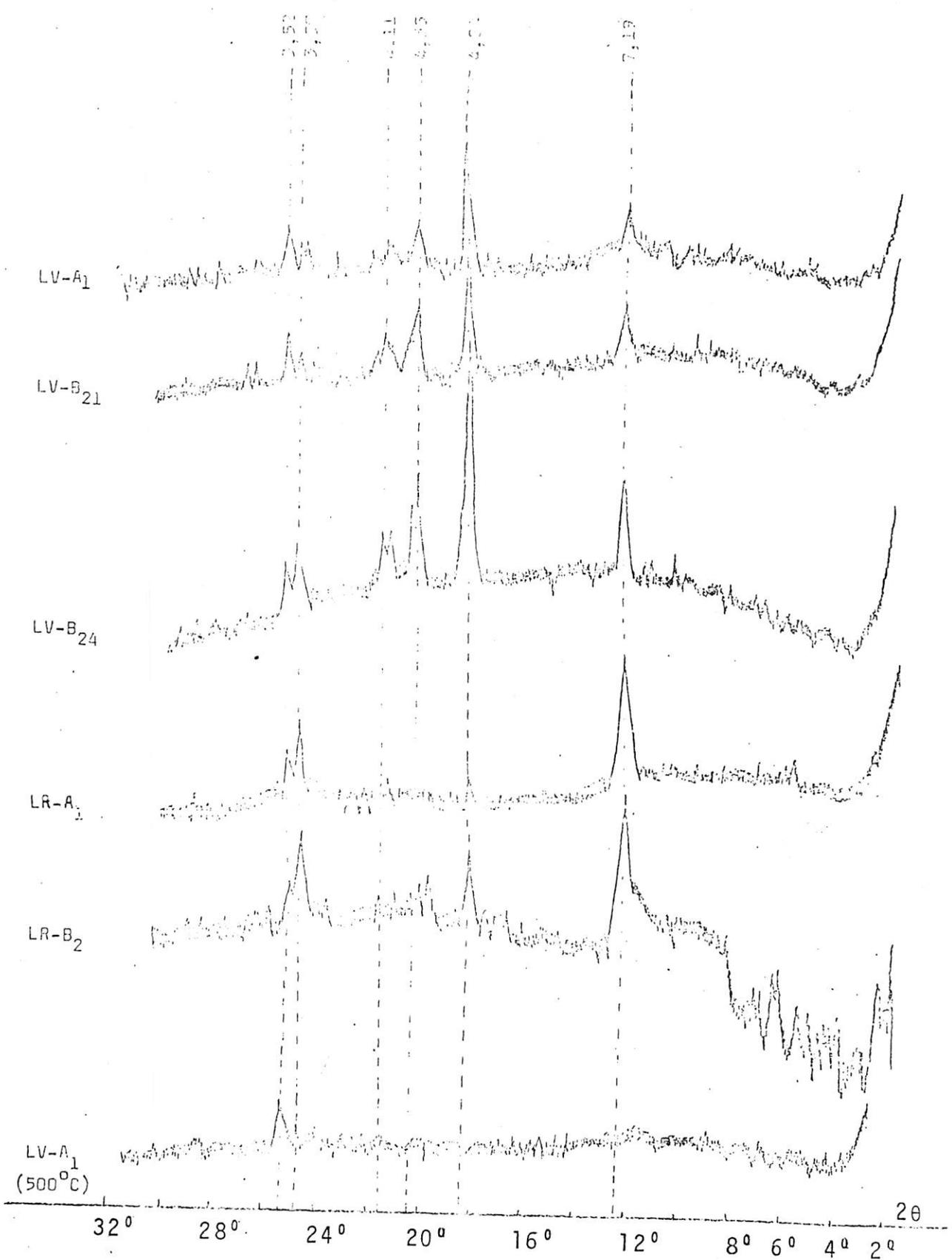


FIGURA 14 - Difratoograma de raios-X da fração argila de horizontes selecionados dos solos

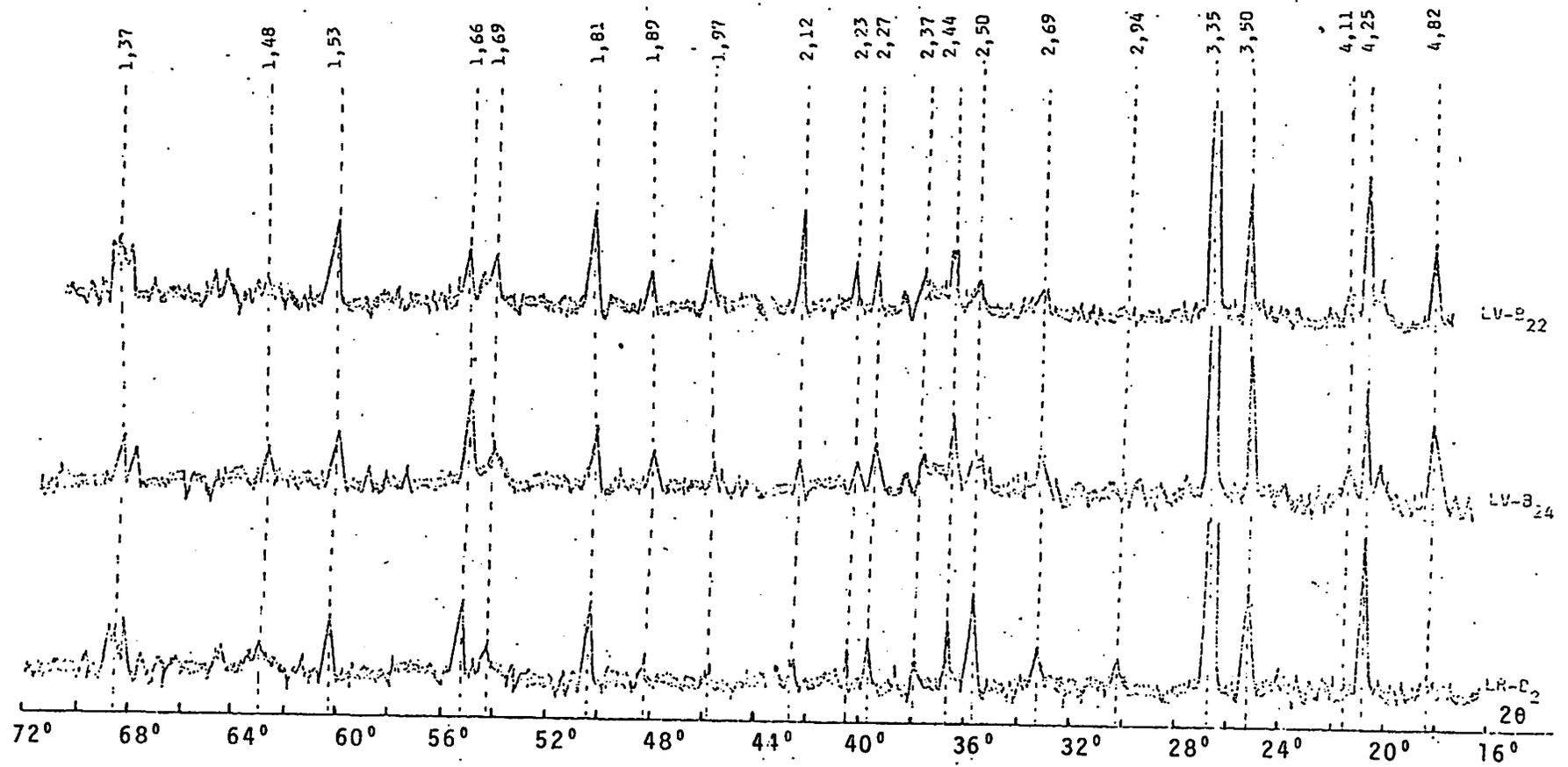


FIGURA 15 - Difratoograma de raios-X da fração areia de horizontes selecionados dos solos

4.6. Gênese dos solos

As propriedades dos solos estão diretamente relacionadas com os fatores e processos de sua formação. Constituem objetivos do estudo de gênese a determinação da intensidade destes fatores e dos processos de desenvolvimento dos solos.

A gênese das unidades abordadas neste estudo foi avaliada através de considerações e interpretações feitas a partir das análises físicas, químicas e mineralógicas e do relacionamento dos solos com as superfícies geomórficas. Estes resultados se encontram nos Quadros 1 a 4 e nas Figuras 3, 4, 5, 14 e 15.

Apesar de ambas as unidades apresentarem perfis profundos, observou-se na área de ocorrência do Latossolo Roxo, uma redução na profundidade do mesmo à medida que se desce na encosta. Esse fato parece estar condicionado pelo relevo íngreme aliado a uma dissecação mais intensa nas partes mais baixas.

O Latossolo Vermelho Amarelo apresenta teores de argila bem mais elevados do que o Latossolo Roxo. Essa diferença pode estar relacionada com o caráter argiloso do material originário do primeiro solo e/ou com uma condição de pré-intemperização deste material. Esse fato é evidenciado pelos menores valores da relação silte/argila apresentados por esta unidade, o que tem estreita relação com a evolução do material original, sendo tanto mais baixa quanto maior for o grau de alteração dos solos.

O alto grau de flocculação apresentado pelos solos caracte

rizados, notadamente nos horizontes inferiores, sugere teores elevados de sesquióxidos floclando as partículas do solo, ocorrência comum em Latossolos, como foi notado por JACKSON (40), JACOMINE (41) e FREIRE (32). Os processos de intemperização e lixiviação de bases e sílica acarretaram um empobrecimento, notadamente no Latossolo Vermelho Amarelo, com conseqüente acúmulo relativo de óxidos de ferro e alumínio.

O extenso chapadão onde ocorre o Latossolo Vermelho Amarelo é remanescente de primitivas superfícies, sendo resultante de um processo de nivelamento das rochas regionais. A fase inicial de dissecação do chapadão possibilitou uma excelente paleodrenagem vertical e lateralmente. Os óxidos de ferro e alumínio se acumularam nas bordas formando concreções conhecidas como canga laterítica. Esse material concrecionário endurecido é de grande importância local por sua atuação como uma "cornija" protetora que impede a intensa e profunda dissecação a partir da borda do chapadão.

As análises químicas (Quadros 2 a 4) indicam que o Latossolo Vermelho Amarelo possui teores mais baixos de cátions básicos, menor percentagem de saturação em bases, necessidade de calagem mais elevada, menor CTC efetiva e um índice de saturação com alumínio mais elevado do que o Latossolo Roxo, sugerindo que o material deste solo sofreu, por um período mais prolongado, a ação dos agentes de intemperismo. Além disto, o material de origem é nitidamente mais empobrecido que o do Latossolo Roxo que se desenvolveu diretamente dos tufos vulcânicos.

A diferença em fertilidade natural entre as duas unidades é refletida na vegetação natural, podendo-se notar, com grande nitidez, uma mudança brusca na exuberância da mesma na área de contato entre as duas unidades, onde o cerrado típico grada para cerradão em transição para floresta subcaducifólia, confirmando a dependência existente entre o vigor da vegetação e a oligotrofia mineral, como foi verificado por ARENS (4), ALVIM & ARAÚJO (3) e LOPES (48), em solos sob cerrado.

4.7. Classificação dos solos

A classificação natural dos solos foi feita conforme o SOIL SURVEY STAFF (67) e a Classificação Brasileira segundo os critérios propostos por BENNEMA & CAMARGO (11), utilizando-se as características e propriedades morfológicas, físicas, químicas e ambientais apresentadas pelas unidades levantadas.

Ambos os solos se enquadram em um regime ústico e apresentam no horizonte B, aliados a outras características, valores de CTC efetiva inferiores a 1,5 mE/100g de argila, o que é suficiente para enquadrá-los a nível de grande grupo, como Acrustox, conforme o SOIL SURVEY STAFF (67).

As características para sub-grupo, ou sejam, horizonte diagnóstico "óxico" alcançando uma profundidade superior a 2 metros, classe textural muito argiloso e carga líquida positiva a partir do horizonte B₂₂, levam a classificar a unidade Latossolo Vermelho Amarelo como Typic Acrustox. Já a unidade Latossolo Ro

xo, apesar de possuir as primeiras características, não apresenta classificação a nível de sub-grupo, por não possuir carga líquida positiva no horizonte B.

Conforme os critérios propostos por BENNEMA & CAMARGO (11) as duas unidades foram classificadas, respectivamente, como Latos solo Vermelho Amarelo Distrófico textura muito argilosa relevo plano substrato sedimentos argilosos e Latossolo Roxo Distrófico textura argilosa relevo forte ondulado substrato tufos vulcânicos.

4.8. Aplicações práticas (Figuras 16 e 17)

A unidade Latossolo Vermelho Amarelo se apresenta em topografia altamente favorável à mecanização, mas por outro lado está sujeita a sérias limitações químicas que dificultam o desenvolvimento agrícola da área. Já a unidade Latossolo Roxo possui uma fertilidade natural mais elevada, porém apresenta uma topografia bastante acidentada que além de dificultar a mecanização, propicia uma intensa ação erosiva, fazendo-se necessário a adoção urgente de práticas conservacionistas, especialmente nas áreas mais íngremes.

Em uma análise conjunta da fertilidade natural das unidades em questão, pode-se verificar pelos resultados das análises químicas (Quadros 2 a 4), que o Latossolo Vermelho Amarelo apresenta fortes limitações no que se refere ao baixo teor de bases trocáveis e elevada saturação com alumínio, o que acarreta uma

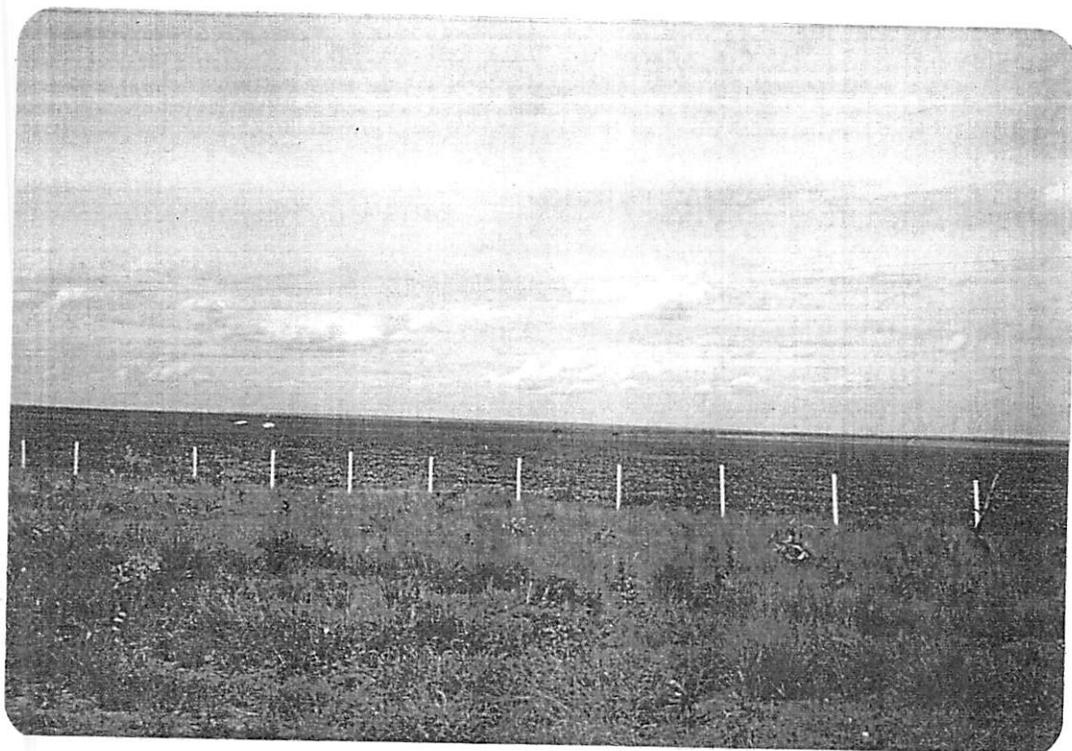


FIGURA 16 - Utilização agrícola do Latossolo Vermelho Amarelo



FIGURA 17 - Pastagem natural sobre Latossolo Roxo e alguns remanescentes da vegetação natural

necessidade de calagem antes de qualquer utilização agrícola.

Paralelamente ao efeito corretivo do calcário haverá, com a elevação do pH, um aumento da capacidade de troca de cátions, visto predominarem nestes solos, dentro da fração argila, minerais com CTC dependente do pH.

O Latossolo Roxo, em virtude do relevo íngreme, dificultando a mecanização, poderá ser utilizado mais racionalmente com pastagens e culturas perenes, desde que se tome os devidos cuidados para reduzir a ação erosiva das águas da chuva, atualmente em intensa atividade na área.

O Latossolo Vermelho Amarelo, desde que se façam as devidas correções e adubações, representa uma extensa área com elevado potencial agrícola.

5. CONCLUSÕES

As condições em que foi realizado o presente trabalho permitem as seguintes conclusões:

1. A área ocupada pela unidade Latossolo Vermelho Amarelo é uma superfície remanescente de um processo erosivo que atuou nas rochas regionais e provavelmente sofreu alguma influência das cinzas vulcânicas que originaram os tufos.

2. A área abrangida pela unidade Latossolo Roxo apresenta estreita relação com os processos erosivos que condicionaram o desenvolvimento geomórfico da encosta ocidental da Serra da Mata da Corda.

3. Valores positivos de Δ pH nos horizontes inferiores, K_i e K_r baixos e elevados teores de gibsita indicam que o Latossolo Vermelho Amarelo sofreu uma pré-intemperização em relação ao Latossolo Roxo.

4. Teores mais elevados de argila no Latossolo Vermelho Amarelo resultam do caráter argiloso do material de origem, e/ou de uma maior exposição aos agentes bioclimáticos.

5. A baixa fertilidade natural é o fator limitante à utilização agrícola do Latossolo Vermelho Amarelo, enquanto que no Latossolo Roxo, a maior restrição se deve ao relevo acidentado dificultando a mecanização e favorecendo o processo erosivo.

6. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos principais, o estudo das características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e geomórficas de dois solos sob cerrado do município de Rio Paranaíba - MG.

O estudo dos perfis de solos foi efetuado em trincheiras com 2 metros de profundidade, utilizando-se descrições de acordo com métodos comumente utilizados.

A paisagem da região é formada por um extenso chapadão praticamente plano onde ocorre a unidade Latossolo Vermelho Amarelo e em cujas encostas, entre as bacias Paranaíba-São Francisco e o planalto, se distribui o Latossolo Roxo.

As análises químicas evidenciaram que o Latossolo Vermelho Amarelo apresenta fertilidade natural extremamente baixa e os elevados teores de gibsitita atestam o avançado estágio de intemperismo em que se encontra este solo. Já o Latossolo Roxo, em virtude do relevo íngreme, dificultando a mecanização, poderá ser utilizado mais racionalmente com pastagens e culturas perenes, desde que se tome os devidos cuidados para reduzir o proces

so erosivo.

Os solos foram classificados conforme o SOIL SURVEY STAFF (67), respectivamente como Typic Acrustox e Acrustox e, de acordo com os critérios propostos por BENNEMA & CAMARGO (11) para a Classificação Brasileira, como Latossolo Vermelho Amarelo Distrôfico textura muito argilosa relevo plano substrato sedimentos argilosos e Latossolo Roxo Distrôfico textura argilosa relevo forte ondulado substrato tufo vulcânicos.

7. SUMMARY

The main objective of this research was to study the morphological, physical, chemical, mineralogical and geomorphic characteristics of two soil types in the Rio Paranaíba area of Minas Gerais.

Using descriptions based on current methods, the soil profile study was carried out in two trenches both two meters in depth.

The landscape of this region consists of an extensive, flat plain where the Red Yellow Latosol is found. In addition, the Dusky Red Latosol is distributed on slopes between the basin of Paranã-São Francisco and the plateau.

Chemical analysis show that the Red Yellow Latosol presents an extremely low natural fertility and the high amounts of gibbsite indicates a highly advanced degree of weathering for this soil. Mecanization is difficult in the Dusky Red Latosol due to the steep relief. Thus, Dusky Red Latosol could be put to better use as land for pastures and perennial crops taking

the necessary care to prevent erosion.

The soils were classified respectively as Typic Acrustox and Acrustox according to the Soil Survey Staff (67) and were categorized as Dystrophic Red Yellow Latosol of a clayish texture, flat relief, with clayish substratum sediments and Dystrophic Dusky Red Latosol, of clayish texture, high relief, undulant substratum, with and volcanic tuffs in agreement with the criteria proposed by Bennema and Camargo (11) for the Brazilian Classification.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, F. F. M. Traços gerais da geomorfologia do Centro Oeste Brasileiro; planalto Centro Ocidental e Pantanal Matogrossense. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA, 18º, Rio de Janeiro, 1959. Anais ..., Rio de Janeiro, CNG, IBGE, 1959. p. 7-17.
- ✓ 2. ALVAHYDO, R. Influência da composição coloidal inorgânica do solo na diferença de pH determinado em água e cloreto de potássio. Rio de Janeiro, ENA, 1959. (Tese M.S.)
- ↓ 3. ALVIM, P. T. & ARAUJO, W. El suelo como fator ecológico em el desarrollo de la vegetacion en el Centro Oeste del Brasil. Turrialba, 2(4):153-60, 1952.
- ↓ 4. ARENS, K. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptadora às deficiências minerais no solo. In: FERRI, M. G. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1º, São Paulo, 1962. USP - Edgard Blücher, 1963. p. 249-61.

- + 5. BAHIA FILHO, A. F. C. Fósforo em Latossolos do Estado de Minas Gerais: intensidade, capacidade tampão e quantidade de fósforo, fósforo "disponível" e crescimento vegetal. Viçosa, UFV, 1974. 69 p. (Tese M.S.)
6. BAHIA, V. G. Gênese e classificação de um solo do município de Lavras - MG. Piracicaba, ESALQ, 1975. 67 p. (Tese de Doutorado)
- + 7. BARBOSA et alii. Geologia da região do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro M. M. E., D. N. P. N., Divisão de Fomento da Produção Mineral, 1970. 136 p.
8. BENNEMA, J. Características químicas e físicas de Latossolos sob vegetação de cerrado. Rio de Janeiro, Departamento de Pesquisas e Experimentação Agropecuária, Ministério da Agricultura, 1963. (Boletim, 15)
9. _____. Oxissolos brasileiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 14^o, Santa Maria, 1973. Anais ... Santa Maria, S. B. C. S., 1974. p. 7-35.
10. _____ et alii. The red and yellow soils of the tropical and subtropical uplands. In: Selected papers in soil formation and classification. Madison, Soil Science Society of America Proceedings, 1967. p. 77-82. (Special Publ., 1)

11. _____ & CAMARGO, M. Esboço parcial da segunda aproximação de solos brasileiros; subsídio à 4a. reunião técnica de levantamentos de solos Rio de Janeiro, D. P. F. S., 1964. 17 p.
12. BIGARELLA, J. J. Variações climáticas no quaternário e suas implicações no revestimento florístico do Paraná. Boletim Paranaense de Geografia. Curitiba, Instituto Brasileiro de Geografia. (10/15):211-31, 1964.
13. BIRKELAND, W. Correlation of soils of struti graphic importance in Western Nevada and Califórnia, and their relative rates of profile development. Quaternary Soils Proceedings, Reno, 9:72-91, 1965.
14. BLAKE, G. R. Methods of soil analysis, and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 374-90.
- X 15. BRAGA, J. M. et alii. Calibração de análises químicas do solo e caracterização da curva de resposta de soja para cálcio e fósforo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO; bases para utilização agropecuária, 4º, Brasília, EMBRAPA, 1976. (No prelo)
- X 16. 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.

17. _____. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. DIVISÃO DE PESQUISAS PEDOLÓGICAS. Levantamento de reconhecimento do sul do Estado de Mato Grosso. Rio de Janeiro, 1971. (Boletim Técnico, 18).
18. _____. EMBRAPA. CENTRO DE PESQUISAS PEDOLÓGICAS. Mapa esquemático dos solos das regiões Norte, Meio-Norte e Centro Oeste do Brasil. Rio de Janeiro, 1975. (Boletim Técnico, 17).
19. _____. EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO. Levantamento exploratório dos solos sob influência da Cia. Vale do Rio Doce. Rio de Janeiro, 1970. (Boletim Técnico, 13).
20. _____. EQUIPE DE PEDOLOGIA E FERTILIDADE DO SOLO. Levantamento de reconhecimento dos solos da Zona do Médio Jequitinhonha. Rio de Janeiro, 1970. 340 p. (Boletim Técnico, 9).
21. _____. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. COMISSÃO DE SOLOS. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, 1962. 462 p. (Boletim Técnico, 12).
22. _____. Levantamento de reconhecimento dos solos sob influência do reservatório de Furnas. Rio de Janeiro, 1962. 462 p. (Boletim Técnico, 13).

23. BRAUN, O. P. G. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro; 32(3):3-39, julho/setembro 1974.
24. BUOL, S. W., HOLE, F. D. & McCRAKEN, R. J. Weathering and soil genesis and classification. Ames, IOWA, The IOWA - State University Press, 1973. p. 76-87.
- * 25. CLINE, M. G. & BUOL, S. W. Soils of the central plateau of Brazil and extension of results of field research conducted near Planaltina Federal District. Ithaca, Cornell University, 1973. p. 43.
26. COLEMAN, N. T. & THOMAS, G. W. Buffer curves of acid clays as affected by the presence of ferric iron and aluminum. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 28: 187-90, 1964.
27. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO, Minas Gerais. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais; 2ª Tentativa. Belo Horizonte, MG, PIPAEMG, 1970. 88 p.
- > 28. EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. The Botanical Review, New York, 38(2):201-341, 1972.
29. FERNANDES, B. & RESENDE, M. Caracterização de solos sob cerrado e a disponibilidade d'água para culturas. Viçosa, UFV, 1972. 31 p. (Relatório Final de Atividades).

30. FERRI, M. G. Histórico dos trabalhos botânicos sobre o cerrado. In: FERRI, M. G. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1º, São Paulo, 1962, USP - Edgard Blücher, 1963. p. 15-50.
31. FRANKLIN, W. T. & REISENAURER, H. M. Chemical characteristics of soil related to phosphorus fixation and availability. Soil Science, New Brunswick, 90:192-200, 1960.
32. FREIRE, J. C. Retenção de umidade em perfil Oxisol do município de Lavras. Piracicaba, ESALQ, 1975. 76 p. (Tese M.S.)
33. GLORIA, N. da; CATANI, R. A. & MATUO, T. Determinação da CTC pelo método direto do EDTA. Revista de Agricultura, Piracicaba, ESALQ, 40:192-8, 1965.
34. GOMES, I. A. Oxisols and inceptisols from gneiss in a subtropical area of Espírito Santo State, Brazil. Lafayette, Purdue University, 1976. 164 p. (Tese M.S.)
35. GONZALES, E. E. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn in Odisols of Central Brazil. Raleigh, North Carolina State University, 1976. (Tese Ph.D.)
36. GROHMANN, F. & VAN RAIJ, B. Influência dos métodos de agitação na dispersão da argila do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 14º, Santa Maria, 1973. Anais Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1974. p. 123-32.

37. GUIMARÃES, D. Geologia do Brasil. Belo Horizonte, Imprensa da Universidade de Minas Gerais, 1964. 674 p.
38. HASHIMOTO, I. & JACKSON, M. L. Rapid dissolution of allophane and kaolinite-halloysite after dehydration. Clays and Clay Minerals, Washington, 7:102-13, 1960.
- + 39. 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.
40. JACKSON, M. L. Chemical composition of soils. In: BEAR, F. E. Chemistry of soil. 2. ed. New York, Reinhold Plub. Corp., 1964. p. 71-144.
41. JACOMINE, P. K. T. Descrição das características morfológicas químicas e mineralógicas de alguns perfis de solos sob vegetação de cerrado. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 126 p. (Boletim Técnico, 11)
42. KAMPRATH, E. J. Acidez do solo e calagem. Washington, D.C. 1967. (Boletim Técnico, 4)
43. KING, L. The morphology of the earth. Edinburg, Oliver and Boyd, 1962. 699 p.
44. KITTRICK, J. A. Soil minerals in the $Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$ system and a theory of their formation. Clays and Clay Minerals, Washington. 17:157-67, 1969.

45. LABORIAU, L. G. Problemas de fisiologia ecológica dos cerrados. In: FERRI, M. G. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1º, São Paulo, 1962. USP - Edgard Blücher, 1963. p. 233-76.
46. LEAL, J. R. & VELOSO, A. C. X. Adsorção de fosfatos em Latossolos sob vegetação de cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia, Rio de Janeiro, 8:81-8, 1973.
47. LEINZ, V. & LEONARDOS, O. H. Glossário geológico. São Paulo, USP, 1971. 236 p.
48. LOPES, A. S. A survey of the fertility status of soil under "cerrado" vegetation in Brazil. Raleigh, North Carolina State University, Department of Soil Science, 1975. 138 p. (Tese M.S.)
49. _____ . Available water, phosphorus fixation, and zinc levels in brasilian cerrado soils in relation to their physical, chemical and mineralogical properties. Raleigh, North Carolina State University. Department of Soil Science, 1977. 189 p. (Tese Ph.D.)
50. MACCLUNG, A. C. et alii. A adubação do algodoeiro em solos de campo cerrado no Estado de São Paulo. Campinas, IBEC Research Institute, 1961. (Boletim, 27).
51. MAGALHÃES, G. M. Fitogeografia do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro, Departamento de Pesquisa e Experimentação Agropecuária, Ministério da Agricultura, 1963. (Boletim, 15)

52. 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. 107 p. (Tese M.S.)
53. MEDINA, H. P. & GROHMANN, F. Disponibilidade de água em alguns solos sob cerrado. *Bragantia*, Campinas, 25:65-76, 1966.
54. MEKARU, T. & UEHRARA, G. Anion adsorption in Ferruginous Tropical Soils. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 36:(2):296-300, March-April, 1972.
55. MIKKELSEN, D. S.; FREITAS, L. M. de & MACCLUNG, A. Effects of liming and fertilizing cotton, corn and soybeans on campo cerrado soils. Campinas, IBEC. Research Institute, 1963. (Boletim, 29)
56. MINAS GERAIS. SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. INSTITUTO DE GEO-CIÊNCIAS APLICADAS. Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, 1976. s. p.
57. MOURA FILHO, W. Studies of a Latosol Roxo (Eutrústox) in Brazil: clay mineralogy, micromorphology, effect on ion release, and phosphate reactions. Raleigh, North Carolina State University, Department of Soil Science, 1976. 57 p. (Tese Ph.D.)

58. PEDRO, G. & MELFI, A. Recherches experimentales sur le comportement des hydrates ferriques et des constituents silico-ferriques amorphes en milieu lessive. Pedologie. Ghent, 2(1):5-23, 1970.
59. PENTEADO, M. M. Fundamentos de geomorfologia. Rio de Janeiro, IBGE, 1974. 141 p.
60. PINTO, O. C. B. Formation of a Kaolinite from a biotite-feldspar gneiss in four strongly weathered soils profiles from Minas Gerais, Brazil. Lafayette, Purdue University, 1971. 147 p. (Tese M.S.)
61. RANZANI, G. Solos de cerrado. In: FERRI, M. G. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1º, 1962. São Paulo, USP - Edgard Blücher, 1963. p. 51-92.
62. RESENDE, M. Mineralogy, chemistry morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil. Lafayette, Purdue University, 1976. 218 p. (Tese Ph.D.)
63. RICHARDS, L. A. & FIREMAN, M. Pressure-plate apparatus for measuring, moisture sorption and transmission by soils. Soil Science, New Brunswick, 56:395-404, 1943.
64. _____. Pressure membrana apparatus, construction and use. Agricultural Engineering, Michigan, 28:451-4, 1947.
65. SANTANA, D. P. Estudo de solos do Triângulo Mineiro e de Viçosa: I. Mineralogia. II. Adsorção de fosfatos. Viçosa, UFV, 1973. 56 p. (Tese M.S.)

66. SETZER, J. Os solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, 1949. 387 p.
67. SOIL SURVEY STAFF. Soil survey manual. U.S.D.A., Soil Conservation Service, 1962. 754 p. (Agricultural Handbook, 18).
68. SOMBROEK, W. G. Amazon soils. Wageningen, Center for Agricultural Publications and Documentations, 1966. 292 p.
69. SOUZA, J. J. Estudo pedológico de perfis de solos da região de Iracemópolis. Piracicaba, ESALQ, 1971. 100 p. (Tese de M.S.)
70. VERDADE, F. C. Agricultura e silvicultura no cerrado. In: FERRI, M. G. SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3º, 1971, São Paulo, USP - Edgard Blücher, 1971. p. 65-76.
71. VETTORI, L. Métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, EPEMA, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).
72. WUTKE, A. C. P. Acidez. In: MONIZ, A. C. Elementos de pedologia. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. p. 149-68.