CARACTERÍSTICAS E CLASSIFICAÇÃO DE UMA TOPOSSEQUÊNCIA DE SOLOS DA REGIÃO DE JEQUITAI MINAS GERAIS

GIZA NARA CASTELLINI MOREIRA I/

Orientador: JOSÉ LUIZ IORIATTI DEMATTÊ

Dissertação apresentado à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Junho , 1979

I/ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da EMBRAPA

À memória de meus pais

dedic●.

e a

Melissa

Juliano

Abaetê

Tais

Ibá

ofereço.

AGRADECIMENTOS

A autora expressa seus agradecimentos ao professor José Luiz Ioriatti Demattê, sob cuja orientação esta pesquisa foi realizada, ressaltando a dedicação, incentivo e apoio recebidos durante toda a permanência na Escola.

Aos professores Marcelo Nunes Camargo e Zilmar Ziller Marcos, por terem aceitado a indicação para julgar este trabalho.

Aos professores do curso de pós-graduação, pelos ensinamentos recebidos.

À EMBRAPA, pela oportunidade de frequentar o curso e pelo suporte financeiro.

Aos senhores chefes do SNLCS, pesquisadores Abeillard Fernando de Castro, Clotário Olivier da Silveira e Cesar Augusto Lourenço, pelo apoio recebido.

Aos colegas do SNLCS, pesquisadores Raphael Minotti Bloise, José Flávio Dynia e Washington de Oliveira Bar-

reto, pelas sugestões apresentadas.

Aos colegas do curso de pós-graduação, Thienes Maria C. Nashenveng, Antônio Elísio M. Lobo, Jairo R. Jimenez Rueda, José Ernesto S. Pessotti e Valter de A. Benevides Filho, pela solidariedade e amizade demonstradas.

Aos colegas do SNLCS, pesquisadores Maria Amélia de M. Duriez, Ruth Leal Johas e José Lopes de Paula, e técnicos Maria Aparecida B. Pereira e Antônio Moreira da Costa, por determinações efetuadas.

Aos professores e técnicos do CENA e do Departamento de Química da ESALQ, pelas leituras feitas nos espectrofotômetros de absorção.

Aos colegas do SNLCS, desenhistas-técnicos Cláudio Edson Chaffin e Félix Emílio P. Cornejo, pela elaboração final das figuras apresentadas.

Aos funcionários do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ, Tekla E. Klar, Nelci T. Maniero, Vanda M. Zancheta e Dorival Albuquerque, pela ajuda prestada no decorrer do curso.

Ao professor José Joaquim Degásperi, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, pela revisão do texto em português.

A colega do SNLCS, assistente administrativo Heloisa Seabra de Pinho Arango, pela revisão do texto em inglês.

As colegas do SNLCS, pesquisadoras Gilda de Pá

dua Paolinelli e Neli do Amaral Meneguelli, e bibliotecária Marynice M. Matos, pelo seu auxílio, respectivamente, na parte de estatística e na revisão da listagem da literatura citada.

À professora Elocy Minussi, da UFSM, e ao professor Evoneo Berti Filho, da ESALQ, pela amizade constante.

Í N D I C E

	Página
1. RESUM.....	01
2. INTRODUÇÃO.....	04
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	07
3.1. Relação entre solos e a paisagem.....	07
3.2. Implicações das formas de alumínio, ferro e manga- nês na pedogênese.....	10
4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA.....	15
4.1. Localização.....	15
4.2. Clima.....	15
4.3. Caracterização geológica.....	17
4.4. Relevo - Fundamentos geológicos do modelado.....	20
4.5. Vegetação.....	24
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5.1. Solos.....	27
5.2. Métodos de trabalho.....	28
5.2.1. Trabalhos de campo.....	28
5.2.2. Trabalhos de laboratório.....	28
5.2.2.1. Determinações físicas.....	29
5.2.2.2. Determinações químicas.....	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
6.1. Características morfológicas.....	33
6.2. Características físicas.....	40
6.2.1. Granulometria.....	40
6.2.2. Retenção de água.....	43

6.2.3. Floculação da argila.....	49
6.3. Características químicas.....	53
6.3.1. Características químicas relativas à ferti- lidade.....	53
6.3.2. Ataque sulfúrico.....	56
6.3.3. Extrações seletivas de ferro, alumínio e manganês.....	64
6.3.3.1. Ferro.....	66
6.3.3.2. Alumínio.....	68
6.3.3.3. Manganês.....	71
6.4. Classificação dos solos.....	74
6.5. Relação entre os solos e a paisagem.....	77
7. CONCLUSÕES.....	80
8. SUMMARY.....	82
9. LITERATURA CITADA.....	85
10. APÊNDICE.....	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados climáticos da região de Pirapora (17°21'S e 44°57'W.G.) no período 1931 a 1980.....	18
Quadro 2 - Distribuição do tamanho de partículas na fração < 2mm.....	41
Quadro 3 - Água disponível e teores de carbono orgânico, argila e ferro livre nos diversos horizontes dos quatro perfis estudados.....	48
Quadro 4 - Argila total e dispersa em água, grau de floculação e Δ pH na fração < 2mm.....	50
Quadro 5 - Características químicas dos solos estudados...	54
Quadro 6 - CTC e percentagens de argila e carbono orgânico e valores de CTC e carbono orgânico para 100 gramas de argila.....	57
Quadro 7 - Dados obtidos pelo ataque sulfúrico (H_2SO_4 d = 1,47 e Na_2CO_3 a 5%) e relações entre sílica e sesquióxidos.....	61
Quadro 8 - Teores de Fe_2O_3 extraídos, fração Fe-silicato, razão de atividade do ferro e percentagem de argila.....	67
Quadro 9 - Teores de Al_2O_3 extraídos, fração Al-silicato, razão de atividade do alumínio e percentagem de argila.....	70
Quadro 10 - Teores de Mn_2O_3 extraídos e percentagens de carbono orgânico dos solos estudados.....	73

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Localização da área de estudo - Jequitaiá(MG)..	16
Figura 2 - Anticlinal de serra da Onça e Vale do Rio Jequitaiá.....	22
Figura 3 - Corte esquemático da toposseqüência estudada..	23
Figura 4 - Aspecto geral do relevo da região.....	25
Figura 5 - Aspecto da vegetação da área de estudo (floresta caducifólia).....	25
Figura 6 - Distinção relativa entre horizontes dos solos estudados.....	29
Figura 7 - Distribuição de argila dos solos estudados....	42
Figura 8 - Relação entre o teor de silte e a distância do rio São Francisco.....	44
Figura 9 - Retenção de água pelos solos, a 1/3 e 15 atmosferas, na amostra secada ao ar e teores de argila e carbono orgânico.....	46
Figura 10 - CTC para 1 grama de carbono na presença de 100 gramas de argila no perfil 1.....	58
Figura 11 - CTC para 1 grama de carbono na presença de 100 gramas de argila no perfil 3.....	59
Figura 12 - Aspecto do perfil 1.....	67
Figura 13 - Aspecto do perfil 2.....	101

1. RESUMO

Foram estudadas características morfológicas, físicas e químicas de quatro perfis de solos localizados em uma seqüência catenária da região de Jequitaiá, Estado de Minas Gerais. O perfil 1, um Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado textura média (Typic Haplorthox), está localizado na superfície mais antiga; o perfil 2, um Podzólico Vermelho-Amarelo Álico latossólico plíntico (Plinthic Paleustult), está localizado em uma superfície mais baixa que a anterior; o perfil 3, uma Laterita Hidromórfica Álica argila de atividade baixa A moderado textura siltosa/argilosa (Oxic Plinthaquult), único de drenagem imperfeita na toposseqüência, localizado na várzea e, finalmente, o perfil 4, um Brunizem Avermelhado textura média (Udic Paleustoll), o mais jovem da catena, localizado em uma pestana próxima ao rio São Francisco.

Os dados evidenciaram que existe uma relação entre os solos e a posição no relevo, sendo que os solos mais intemperizados (perfis 1 e 2) estão localizados no terraço mais

elevado, enquanto os menos intemperizados (perfis 3 e 4) se localizam no terraço de várzea. Conseqüentemente, o horizonte óxido ocorre na superfície mais antiga, e o argílico nas superfícies mais recentes.

A ocorrência do horizonte argílico no perfil 4, em material holocênico e próximo à margem do rio São Francisco, só poderia ser esclarecida mediante estudos geomorfológicos e pedológicos mais detalhados.

Existe uma relação entre a classificação dos solos pelo sistema americano e a evolução dos solos; assim é que, partindo dos solos mais jovens para os mais antigos, a seqüência encontrada é: Mollissolo, Ultissolo, Oxissolo.

No desenvolvimento dos trabalhos buscou-se averiguar as formas de ferro, alumínio e manganês usando cinco extratores: ataque sulfúrico, ditionito-citrato de sódio, ditionito-citrato-bicarbonato de sódio, oxalato ácido de amônio e pirofosfato de sódio. O ditionito-citrato-bicarbonato de sódio parece ser o melhor extrator para ferro e manganês, porém, quanto ao Oxissolo e ao Ultissolo situado na superfície geomórfica contígua, uma só extração não foi suficiente para retirar todos os óxidos livres presentes. O ditionito-citrato de sódio foi de um modo geral mais eficiente na extração dos óxidos livres de alumínio. Usou-se este extrator para avaliar as razões de atividade tanto do alumínio quanto do ferro porque, embora os teores absolutos deste último elemento possam ser menores, o ditionito-citrato parece fornecer, neste traba

lho, dados relativos mais válidos quanto à distribuição dos óxidos livres na toposseqüência.

Verificou-se que, embora os teores de ferro complexado pela matéria orgânica sofram a influência tanto da idade do solo quanto da drenagem, as razões de atividade do ferro podem ser usadas como um índice de intemperismo.

O alumínio organo-complexado acusa, mais fortemente que o ferro, a influência da drenagem e idade do solo. A grande contribuição da fração amorfa no total de óxidos livres sob ambiente redutor impede que a razão de atividade do alumínio seja considerada um índice de intemperismo.

Sob ambiente redutor, o manganês se comporta de modo oposto ao ferro e ao alumínio, apresentando teores mínimos de óxidos livres. No solo mais jovem, está totalmente contido na fração amorfa. A partir deste solo em direção aos solos mais velhos, o ataque sulfúrico fornece valores de manganês superiores aos dos outros extratores.

2, INTRODUÇÃO

A partir da década de 60, o Governo Federal vem dando grande apoio ao Plano Nacional de Irrigação. Dentro desse plano, o vale do rio São Francisco foi estudado de um modo muito geral pela AID (1967), que forneceu as informações sobre solo, clima e água, e fez os estudos de viabilidade econômica para projetos de irrigação e colonização.

No Programa Plurianual de Irrigação (GEIDA-MINTER, 1971), a bacia do rio São Francisco foi considerada separadamente, constituindo uma região prioritária. Dentro dessa região, o projeto Jequitai, localizado na bacia do alto São Francisco, teve prevista, em uma primeira etapa, uma área irrigável de 6.300 ha, do total de 54.300 ha de área líquida cultivável.

A CODEVASF, antiga SUVALE, através de contratos com entidades públicas e privadas, instalou alguns projetos de irrigação em pólos de colonização sob sua responsabilidade, como é o caso do projeto Jequitai. Devido ao elevado cus

to de instalação desses projetos, as áreas irrigadas ou potencialmente irrigáveis devem ser cultivadas sob um sistema de manejo intensivo, o que implica na caracterização e interpretação das propriedades dos solos, a fim de estabelecer as suas limitações de uso.

O Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS-EMBRAPA) vem dando prosseguimento às pesquisas que visam estabelecer normas para a utilização e conservação dos solos brasileiros. Essas pesquisas foram iniciadas em 1953, objetivando o levantamento sistemático dos solos para a confecção do mapa de solos do Brasil a nível de reconhecimento. As equipes de técnicos do SNLCS, sejam de levantamento ou de laboratório, trabalham hoje em projetos que abrangem áreas situadas nas Regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul do país, além de desenvolver pesquisas especiais.

É apreciável a contribuição de estudos de áreas selecionadas, como subsídio a levantamentos detalhados de determinadas regiões e zonas correlatas. Há também, necessidade de testar, dentro das condições dos laboratórios, procedimentos específicos que auxiliem na definição de certas características dos solos.

Com base nesses antecedentes foi executado o presente estudo, envolvendo uma topossequência de solos localizados na região sub-úmida do Jequitai, com os seguintes objetivos:

- a. Caracterização morfológica, física e química de quatro perfis de solos representativos da região.
- b. Estudo das formas de ocorrência de ferro, alúminio e manganês em tais solos.
- c. Estudo da evolução das propriedades dos solos baseado na posição que eles ocupam na paisagem.

3. REVISÃO A LITERATURA

3.1. Relação entre solos e a paisagem

MILNE (1935), em seu artigo original sobre catena de solos, notou que os perfis mudavam em sentido transversal do topo da elevação ao rio, de acordo com a topografia. MILNE et alii (1935) reconheceram quanto a evolução das formas do relevo pode afetar os solos ao apontar que "o grande plateau que jaz após o modelado do relevo leste-oeste contém material que desceu durante um longo período de peneplanação, e que, portanto, pode:

- Reter características impressas durante seus primeiros estágios de intemperismo;
- Ter adquirido novas características visto seu perfil ter-se desenvolvido sob condições de drenagem lenta e
- Ter sofrido um ajustamento mais recente devido às condições de drenagem restabelecida pe

la elevação do peneplano ao plateau".

JENNY (1941) correlacionou catenas com o fator relevo ou topografia, em adição ao grau de declive, forma do declive, convexidade e concavidade, classe do declive e, possivelmente, exposição, além de certas características hidrológicas - comumente referidas como drenagem.

THORP (1942) sugeriu o termo "micro-catena" para um grupo de séries restrito a "solos sob condições de drenagem significativamente diferentes sobre uma mesma espécie de rocha matriz". Propôs o termo "macro-catena" para um conceito mais amplo, que pode incluir solos com semelhança embora não estritamente relacionados.

NYE (1954, 1955), estudando uma toposequência sem afloramento de rochas na África, ressalva que um estudo apenas do desenvolvimento vertical de um perfil omite metade do quadro. As relações laterais e variações entre horizontes nas sucessões catenárias dos perfis merecem igualmente ser estudadas. Assinala que é impossível compreender a formação dos perfis nas partes mais baixas do relevo sem que os membros das partes mais altas sejam conhecidos, e que seja apreciada a importância de fatores, tais como drenagem lateral e transporte de solo por arrastamento.

DIXEY (1955) apontou os inconvenientes de caracterizar as superfícies pela sua idade cronológica, preferindo outros métodos, tais como usar o período geológico de repouso imediatamente antes de sua ruptura, ou a idade dos de

pósitos acumulados durante a erosão da superfície. Sob o aspecto pedológico, o ponto importante parece ser que as superfícies precisam de tempo para se desenvolver, e então os solos com os quais elas estão associadas podem ser de idades muito diferentes.

OLLIER (1959) observa que a correlação dos solos com as superfícies, em termos de idade, implica que os processos de formação do solo começam com o corte de uma superfície de erosão.

MULCAHY (1960) é de opinião que superfícies de elevada idade persistem apenas no modelado. Modificações menores por erosão fazem com que sejam raras as superfícies de elevada idade absoluta e, conseqüentemente, solos verdadeiramente velhos. Deste modo, também são raras as correlações extrinsecas de idade entre solos e superfícies.

De acordo com RUHE (1960), duas variantes de catena podem ser identificadas no campo. Em uma delas, a topografia de uma formação originalmente homogênea quanto ao caráter litológico foi modelada por denudação, ou outro processo; as diferenças nos solos seriam então condicionadas pela drenagem, transporte diferencial de material erodido e lixiviação, translocação e redeposição de constituintes químicos móveis. Na outra variante, a topografia foi esculpida a partir de duas ou mais formações superpostas com diferenças litológicas. O autor ressalta dois aspectos na definição de catena: (a) história fisiográfica e (b) envolvimento da avaliação geomorfológica.

gica do modelado no conceito de catena.

DANIELS et alii (1971) dividiram as superfícies geomorfológicas em duas: deposicional e erosional, sendo, como seus nomes indicam, uma formada por deposição de sedimentos e outra por erosão. Em muitos modelados, uma superfície pode ter elementos de deposição e de erosão e ambos são considerados uma só superfície. Esses autores, discutindo a sequência de idade de uma superfície erosional, estabeleceram o tempo zero de uma superfície geomorfológica como sendo a época em que ela foi pela primeira vez exposta à ação do intemperismo ou, em outras palavras, a época em que teve início a erosão. Em uma superfície deposicional marinha, o tempo zero poderia ser quando o oceano, ao retirar-se, teria exposto os sedimentos à ação do intemperismo. Por esta definição, a idade da superfície geomorfológica e dos solos a ela associados é a mesma. Esses autores assinalam ainda que, os dados sobre a gênese de solos, são mais seguramente interpretados quando se dispõe de informações geomorfológicas e estratigráficas.

3.2. Implicações das formas de alumínio, ferro e manganês na pedogênese

McKEAGUE et alii (1971) observam que, durante a década de 60, os trabalhos envolvendo Fe nos solos passaram da tentativa de remover materiais tidos como impureza da argila, para que ela tivesse sua verdadeira composição determinada, à tentativa de caracterizar a natureza e os teores de ma-

teriais secundários contendo ferro, para relacioná-los com o desenvolvimento e a classificação dos solos. Assim, por exemplo, SCHWERTMANN (1959), restabeleceu o procedimento de TAMM e ampliou sua utilidade, mostrando que pode ser feita uma diferenciação aproximada entre Fe amorfo e óxidos cristalinos finamente divididos, pela extração seletiva com oxalato ácido de amônio e ditionito-citrato-bicarbonato de sódio. McKEAGUE e DAY (1966) testaram este método de diferenciação e o usaram no desenvolvimento de critérios para distinguir horizontes espódicos de outros horizontes enriquecidos em ferro. BLUME e SCHWERTMANN (1969) usaram dados da extração de Fe, Al e Mn por ditionito-citrato-bicarbonato de sódio e oxalato de amônio para interpretar a gênese de várias classes de solos. McKEAGUE et alii (1971) ressaltam a necessidade de estender essa diferenciação entre formas mais ou menos cristalinas e Fe amorfo a uma posterior diferenciação desta fração, ou seja, entre ferro organo-complexado e ferro inorgânico amorfo.

Segundo BLUME e SCHWERTMANN (1969), os elementos Fe, Al e Mn são grandemente afetados pelos processos de gênese do perfil do solo. A distribuição desses óxidos e hidróxidos no perfil, deste modo, auxilia na descrição do tipo, direção e extensão dos processos pedogênicos e pode ser usada para definir grandes grupos e outras classes de solos. Ressalvam entretanto, que na avaliação desses óxidos pedogênicos em função da profundidade, certos procedimentos e precauções são necessários. Em solos desenvolvidos de material parental homogêneo, a distribuição e a forma de ocorrência desses óxidos em

profundidade são o resultado de diversos processos pedogenéticos, e somente o resultado final pode ser observado. Lixiviação de carbonatos e acumulação de matéria orgânica ou outras alterações marcantes da massa do solo, podem mudar o conteúdo de óxidos de um horizonte em relação a outro, por simples concentração ou diluição. Tais alterações são chamadas alterações relativas. Alterações causadas por eluviação e iluviação e liberação de óxidos dos silicatos são chamados alterações absolutas. Elas podem muitas vezes ser identificadas, após a remoção dos efeitos de carbonatos e matéria orgânica, por análise e cálculo. Observam ainda os autores que, como o ferro e o manganês são nutrientes para as plantas, sua acumulação pela vegetação precisa ser considerada. Este fato é especialmente verdadeiro em relação ao manganês, uma vez que, elevada proporção do manganês total participa do biociclo. Em materiais parentais heterogêneos (estratificados), as funções em profundidade do Al, Fe e Mn podem ser avaliadas somente se a fração a ser estudada for pequena ou ausente nos materiais de origem. Isto se aplica frequentemente às frações mais móveis tais como o ferro solúvel em oxalato. SCHWERTMANN et alii (1968) estudando a influência dos compostos orgânicos na formação dos óxidos de ferro, observaram que a sua retenção pelos hidróxidos de ferro amorfos impede a cristalização, o que explica os altos teores de hidróxidos amorfos nos solos úmidos e na presença de matéria orgânica.

SHERMAN (1949, 1952) propôs uma seqüência de

formação de solos tropicais baseada no grau de intemperismo e composição mineralógica, que por sua vez se devem às influências do clima, drenagem, vegetação e tempo. Observa que, em solos tropicais, as condições de formação e a drenagem livre favorecem tanto a lixiviação como a dessilicatização. Contínua dessilicatização dará o produto final - o solo óxico - e somente a drenagem imperfeita ou impedida produzirá condições para ressilicatização e formação de minerais de argila nos trópicos. Observa ainda que, quando os minerais de argila se associam com quantidades apreciáveis de óxidos livres, ocorre considerável modificação das propriedades físicas e químicas dos solos. Estabilidade estrutural, movimento de água e capacidade de troca de cátions (CTC) podem ser bastante alteradas. A fração coloidal amorfa do solo exibe uma ampla faixa de grau de hidratação, CTC e outras propriedades. Assim, KANEHIRO e SHERMAN (1956) mostraram que solos com elevados conteúdos de minerais hidratados amorfos perdem uma grande porção de sua CTC quando secados ao ar, enquanto SHERMAN (1957) mostrou que, na sua desidratação, a mudança de estado produziu a cristalização diferencial de gibbsita e óxidos de ferro. FIELDS e SWINDALE (1954) mostraram que o sistema amorfo precede o desenvolvimento de minerais cristalinos. De modo análogo, BATES (1959) sugere que na decomposição de um sistema cristalino (haloissita) e desenvolvimento subsequente de um segundo mineral cristalino (gibbsita) desenvolveu-se um sistema amorfo. Em ambientes úmidos onde as estações secas não são intensas, verifica-se certa estabilidade do sistema amorfo, de modo que

os solos desenvolvem sistemas coloidais amorfos quase completos, como ocorre nos Hydrol Humic Latosols e no horizonte B dos Latossolos ferruginosos do Havaí. Em tais solos o sistema mineral é: Al, Fe, Si, Ti → hidróxidos e óxidos hidratados coloidais (gel) → óxidos hidratados → óxidos cristalinos, como proposto por TAMURA e JACKSON (1953). O sistema, então, pode ser reduzido a: (a) sistema iônico → (b) sistema amorfo → (c) sistema criptocristalino → (d) sistema cristalino.

4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

4.1. Localização

A área utilizada para o presente estudo pertence ao Município de Jequitaiá. Está situado na região do Alto São Francisco, no Estado de Minas Gerais (Figura 1). A sede do Município de Jequitaiá apresenta as seguintes coordenadas geográficas: $17^{\circ}10'30''$ de latitude sul e $44^{\circ}26'18''$ de longitude de O.Gr.

4.2. Clima

Os dados climáticos relativos à área levantada foram obtidos dos registros de Pirapora, como exposto por RANZANI et alii (1977). Os dados relativos à precipitação e temperatura são referidos ao período 1931-1960. As médias mensais são apresentadas no Quadro 1, no qual se acham inscritas as estimativas da evapotranspiração mensal, obtidas pelo método de THORNTWAITE e MATHER (1955).

Figura 1 - Localização da área de estudo - Jequitai (MG).

O clima da região se caracteriza por uma precipitação anual de 1.145 mm assim distribuídos:

- primavera (S, O, N) com 296 mm de chuva ou 26% da precipitação anual;
- verão (D, J, F) com 641 mm de chuva ou 56% da precipitação anual;
- outono (M, A, M) com 201 mm de chuva ou 17% da precipitação anual;
- inverno (J, J, A) com 7 mm de chuva ou 1% da precipitação anual.

O mês mais seco é agosto, com 1 mm de precipitação, enquanto o mês mais úmido é dezembro, com 278 mm. Como se pode observar no Quadro 1, a temperatura média mensal varia entre 19,7 e 25,3°C, correspondendo a uma oscilação térmica de 5,6°C. A temperatura média anual é de 23,3°C, enquanto as médias de inverno e de verão são respectivamente 20,3 e 24,6°C. O mês mais frio é julho, com 19,7°C, enquanto o mais quente é outubro, com 25,3°C. Como se observa, a diferença entre as temperaturas médias de verão e de inverno fica em torno de 5°C.

4.3. Caracterização geológica

A litologia da área, como indicado em relatório do IPT (INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA - Relatório nº 6.174 - São Paulo) é a seguinte:

Quadro 1 - Dados climáticos da região de Pirapora (17°21'S e 44°57'W.G.) no período 1931 a 1960 (médias mensais).

Mês	Precipitação (mm)	Evapotranspiração potencial (mm)	Temperatura (°C)
Janeiro	220	126	24,7
Fevereiro	143	112	24,9
Março	127	118	24,7
Abril	63	95	23,5
Maio	11	73	21,3
Junho	3	57	19,9
Julho	3	58	19,7
Agosto	1	75	21,5
Setembro	19	105	24,1
Outubro	75	126	25,3
Novembro	202	123	24,9
Dezembro	278	121	24,4
Total anual	1.145	1.189 Média anual	23,2

a. Grupo Lavras

De idade pré-Cambriana, representada por quartzitos intercalando quartzo-sericita-xistos e metassiltitos. No topo deste grupo ocorrem brechas quartzíticas com seixos angulosos de quartzito e sílex, além de pavimentos estriadados por geleiras sobre os quais se assenta o tilito do Grupo Jequitai.

b. Instrusivas básicas metamorfisadas

Constituem-se de um metadiabásio verde escuro que se encaixa nos quartzitos do Grupo Lavras e materiais do Grupo Jequitai.

c. Grupo Jequitai

Representado por metassiltitos e calcários recristalizados, subordinando-se metarenitos. Estes materiais Eo-Cambrianos expõem o calcário localmente cortado por vênulas calcíticas ou veios de quartzo piritizados.

d. Veios de Quartzo

Estes veios cortam a xistosidade dos Grupos Lavras e Bambuí. O quartzo é leitoso com zonas de quartzo cristalino.

e. Conglomerados

Constituídos por seixos de quartzito em matriz arenosa com cimento silfício. São de idade Terciária.

f. Aluviões

De idade Quaternária, se constituem de siltes, argilas, cascalhos e areias.

4.4. Relevo - Fundamentos geológicos do modelado

O relevo apresentado pela área encontra explicação nos fundamentos estruturais e litológicos expostos por RANZANI e SELDON (1971)*, PENTEADO (1972) e PENTEADO e RANZANI (1973). Estes autores põem em evidência a estrutura regional, ressaltando o seu caráter sinclinal ao longo da depressão san-franciscana e em alguns afluentes do rio Jaquitaí. O contato das séries paleozóicas com o pré-Cambriano se faz por linhas de falha e basculamentos do assoalho e da cobertura sedimentar (BRAJNIKOV, 1950; FREITAS, 1951; KING, 1956).

A literatura indica que na área, a Serra da Onça mostra o caráter das superfícies de pediplanação escalonada, onde camadas de resistências diferentes são truncadas por superfície erosiva. A Serra da Onça (Figura 2) a 650-700 metros é mantida por arenitos metamorfizados e silicificados, quartzitos e calcários magnesianos, correspondendo à superfície de pediplanação mais antiga, isto é, à superfície Terciária (Neogênica-Pd2) que arrasou os relevos regionais em clima semi-árido, cortando estruturas resistentes e inclinadas dos arenitos metamorfizados e quartzitos. Essa superfície apresenta dejeções de canga.

* Esquema topográfico-geológico Pirapora-Jequitaí-Várzea da Palma.

Abaixo da Serra da Onça estende-se a superfície regional mais generalizada, onde ao nível do Jequitai, a 400-550 metros de altitude, situa-se o local do estudo. Trata-se de um pediplano mais recente, desenvolvido sobre as formações Cambro-Ordovicianas por processos de intemperização mecânica e escoamento superficial em lençol, sob clima bem mais seco que o atual.

A superfície apresenta-se recoberta por depósitos arenosos, freqüentemente assentados sobre cascalheiras de quartzo e canga, com espessura de até 20-30 metros. Esse material representa o remanejamento de antigos solos, desenvolvidos sobre os sedimentos paleozóicos da bacia e das bordas cristalinas desta. Sobre tais depósitos à altitude de 400-550 metros evoluíram os solos atuais do pediplano de Jequitai.

A grande fase de pediplanação do Pdl foi colocada no Pleistoceno Médio, por cronologia relativa (PENTEADO, 1972). No final dessa fase, o abaixamento generalizado do eixo da bacia do São Francisco, possibilitou a deposição da Série Vazantes.

Como acontece no vale do São Francisco, o rio Jequitai sofre levantamento de conjunto. As retomadas erosivas sub-atuais deram origem aos terraços:

- t1, em nível mais elevado, de 8 a 10 metros acima do leito dos rios, entalhado na Série Vazantes;

FIGURA 2 - Anticlinal da serra da Onça e vale do rio Jequitai.

FIGURA 3 - Corte esquemático da toposseqüência estudada.

- tv, terraço de várzea entalhado em aluviões recentes, a 3-4 metros acima do leito dos rios.

Em resumo, trata-se de um modelado herdado das fases secas de pediplanação do final do Terciário até o Quaternário. As formas se conservam em virtude da não ocorrência dos contrastes climáticos durante o Quaternário, como observado no Brasil de Sudeste.

4.5. Vegetação

As comunidades vegetais presentes são as seguintes:

1. Florestas (Matas)

Associações com predominância de espécies arbóreas como a aroeira, o angico, o embiruçu, o açoita-cavalo, a canafístula, o gonçalo-alves, o jatobá e o ipê.

2. Cerrado

Caracterizado por espécies arbustivas e arbóreas, tortuosas, cascudas, ocorrendo o tinguí, pau-terra, favela, cagaita, piqui e jacaré como as mais frequentes, além de um extrato rasteiro de gramíneas em manto descontínuo.

Pela modalidade de ocorrência, o cerrado tende a sugerir transições para mata ou vice-versa, talvez provocadas pelo homem. É o que se observa na região pela frequência

FIGURA 4. Aspecto geral do relevo da região.

FIGURA 5. Aspecto da vegetação da área de estudo
(floresta caducifólia).

com que áreas de mata caducifólia se limitam com áreas de cerrado sob as mesmas condições de solo e de relevo.

O mesmo se pode dizer do cerrado em transição para campina e vice-versa.

3. Campina de várzea

Dominada pela presença de um extrato rasteiro de gramíneas nativas, em geral de baixa palatabilidade, com raras espécies arbustivas.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Solos

Foram selecionados quatro perfis de solos dispostos em uma seqüência catenária (RUHE, 1960), conforme ilustrado na Figura 3. Todos os perfis estão localizados no nível pedimentar Pd1 de PENTEADO (1972), colocado no Pleistoceno Médio. Trata-se de um pediplano sub-recente, desenvolvido sobre as formações Cambro-Ordovicianas. Dentro deste nível pedimentar, os perfis 1, na altitude de 520 m, e 2, na altitude de 510 m, desenvolvem-se do material do terraço t1, constituindo as superfícies mais antigas, enquanto os perfis 3 e 4 se desenvolvem do material do terraço de várzea - tv - mais recente, fazendo parte de superfícies mais jovens.

O perfil 1, representativo da superfície mais antiga e localizado na posição mais alta da área estudada, é profundo, de textura média, com drenagem boa e caráter latossólico. O perfil 2, localizado mais abaixo, em uma superfície

mais jovem que a anterior, é também profundo e de textura média, com drenagem boa até a profundidade de 100 cm, abaixo da qual se desenvolve um horizonte com características plínticas; possui aparentemente um horizonte B textural. O perfil 3, já localizado no terraço de várzea, tem drenagem restringida e um caráter textural essencialmente siltoso. Finalmente o perfil 4, localizado a aproximadamente 250 m do rio São Francisco, em um dique, é um solo relativamente profundo, com drenagem moderada a boa, também com textura de caráter siltoso, desenvolvendo um horizonte provavelmente B textural. Estes dois últimos solos se desenvolvem em superfícies recentes.

5.2. Métodos de trabalho

5.2.1. Trabalhos de campo

A caracterização morfológica (ver Apêndice) e a coleta de amostras dos solos foram feitas em trincheiras. Para a descrição morfológica foi seguido o MANUAL DE MÉTODO DE TRABALHO DE CAMPO (LEMON e SANTOS, 1976) e especificações do SOIL SURVEY STAFF (1975).

5.2.2. Trabalhos de laboratório

Todas as determinações físicas e químicas foram procedidas na fração menor que 2 mm, com as seguintes exceções: densidade aparente - determinada no solo natural; umi

dade residual do solo secado ao ar, ataque sulfúrico e extrações seletivas de ferro, alumínio e manganês - procedidas na fração menor que 2 mm triturada em gral de porcelana, até passar totalmente em peneira com abertura de malhas de 0,149 mm.

Os resultados das análises são referidos à terra fina secada a 100-105°C.

5.2.2.1. Determinações físicas

Densidade aparente (Da) - determinada pelo método da parafina, utilizando-se torrões do solo natural (BLAKE, 1965).

Densidade real (Dr) - pelo método do picnômetro, usando-se água destilada (BLAKE, 1965).

Umidade retida a 1/3 e 15 atmosferas - determinadas na amostra saturada, em câmara de pressão com placa porosa (RICHARDS, 1965).

Umidade residual do solo secado ao ar - obtida pela diferença de peso entre a amostra secada ao ar e depois de secada em estufa a 100-105°C por uma noite.

Porosidade total - $VTP\% = (1 - Da/Dr)100$.

Altura da coluna de água disponível - $hmm = AD \times Da \times Hmm/100$

AD = água retida a 1/3 atm. - água retida a 15 atm.

Hmm = espessura do horizonte em milímetros.

Granulometria - foi determinada pelo método da pipeta, usando-se calgon como dispersante químico e levando-se ao agitador de Wagner (120 Oscilações por minuto) durante uma noite (KIL-

MER e ALEXANDER, 1949)].

Argila dispersa em água - conforme especificado no item acima, porém sem o uso do dispersante químico.

Grau de floculação (GF) = $(\text{arg. total} - \text{arg. disp. em água}) 100 / \text{arg. total}$.

5.2.2.2. Determinações químicas

As análises químicas foram procedidas segundo os métodos propostos por VEITTORI (1969), exceto as determinações dos óxidos livres de ferro, alumínio e manganês.

pH em água e em KCl N/1 - suspensão solo: líquido 1:1 e tempo de contato não inferior a uma hora, agitando-se a suspensão novamente antes da leitura.

$\Delta \text{ pH} = \text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ (GILLMAN, 1974).

Cálcio, magnésio e alumínio extraíveis por KCl N/1. Titulação: $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ - com EDTA, usando como indicador negro de eriocromo.

Ca^{++} - com o mesmo EDTA e murexida como indicador.

Al^{+++} - com NaOH, usando azul de bromotimol como indicador.

Potássio e sódio extraíveis por HCl 0,05 N - determinados por fotometria de chama.

Hidrogênio+alumínio extraíveis por acetato de cálcio N/1 a pH 7,0-7,1 - titulação com NaOH, usando fenolftaleína como indicador.

Fósforo extraível por HCl 0,05 N e H_2SO_4 0,025 N (North Carolina) - determinado colorimetricamente pela redução do comple

xo fosfomolibdico com ácido ascórbico em presença de sal de bismuto.

Ataque por H_2SO_4 ($d=1,47$) e Na_2CO_3 (a 5%) - tratamento da terra fina secada ao ar por fervura sob refluxo. Foram dosados alumínio, ferro, manganês, titânio e fósforo no filtrado, e sílica no resíduo.

Alumínio e ferro - determinando complexometricamente.

Manganês e fósforo - determinados por fotometria de absorção atômica, usando como oxidante e combustível ar-acetileno.

Titânio e sílica - determinados colorimetricamente.

As extrações seletivas dos óxidos livres de ferro, alumínio e manganês foram feitas segundo os métodos: HOLMGREN (1967) - extração com ditionito-citrato de sódio; MEHRA e JACKSON (1960) - extração com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio; McKEAGUE e DAY (1966) - extração com oxalato de amônio e BASCOMB (1968) - extração com pirofosfato de sódio.

As concentrações foram lidas em fotômetro de absorção atômica Perkin-Elmer, usando chama de ar-acetileno para ferro e manganês, e óxido nitroso-acetileno para alumínio. As leituras deram diretamente a concentração em ppm ($\mu g/ml$) do elemento no extrato.

Valor S (bases extraíveis) - obtido pela soma dos teores de cálcio, magnésio, potássio e sódio extraíveis.

Valor T (capacidade de troca de cátions) - obtido pela soma do valor S e os teores de hidrogênio e alumínio extraíveis.

Valor V (saturação de bases) - calculado pela fórmula $100S/T$.

Saturação de alumínio - calculada pela fórmula $100Al^{+++}/Al^{+++}+S$.
Capacidade de troca de cátions por 100 gramas de argila, com
correção para carbono - calculada pela fórmula $CTC = (C \times 4,5) / 100$ % de argila, que fornece valores aproximados, e também pelo método gráfico proposto por BENNEMA (1966).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Características morfológicas

As características morfológicas do perfil 1, o mais velho da toposseqüência, indicam uma grande homogeneidade ao longo do perfil, principalmente quanto a cor, consistência e grau de estrutura, com uma aparência latossólica marcante.

As variações de textura são pequenas, passando de areia franca nos dois horizontes superiores a franco arenoso e franco argilo-arenoso nos horizontes subseqüentes. A estrutura é fraca e média nos três primeiros horizontes, evoluindo de granular no horizonte superficial a prismática no subjacente, para então decrescer a fraca e em grumos no horizonte inferior. Uma estrutura com grau fraco de expressão, como neste caso, indica um solo muito intemperizado (VAN WAMBEKE 1962). A consistência quando úmido varia de friável no horizonte superficial a muito friável nos demais horizontes, o que

pode ser explicado por um conteúdo algo mais elevado de matéria orgânica no primeiro. Este horizonte é não plástico e não pegajoso, enquanto os demais são ligeiramente plásticos e ligeiramente pegajosos, o que está de acordo com as respectivas classes texturais, que são mais argilosas nos horizontes inferiores.

O horizonte superficial, de pequenas espessura, com limite claro, é o único que se diferencia nitidamente no perfil. Os demais são praticamente homogêneos, diferenciando-se levemente pelo tipo de estrutura, e pelo limite gradual ou difuso entre os horizontes.

Não há evidência de iluviação de argila ao longo do perfil. No segundo horizonte, apenas algumas galerias biológicas apresentam paredes cerosas. Considerando principalmente o grau fraco da estrutura dos horizontes inferiores e seu caráter grumoso, a ausência de iluviação evidente, a ausência de minerais facilmente intemperizáveis (PESSOTTI, 1978) e o teor de argila superior a 15%, esses horizontes podem ser enquadrados morfologicamente como um horizonte B latossólico-¹ (óxico segundo o SOIL SURVEY STAFF, 1975). As características de cor do horizonte superficial permitem o seu enquadramento como epipedon ócrico (SOIL SURVEY STAFF, 1975) ou como um horizonte A moderado (BRASIL, 1973).

O perfil 2, situado em uma posição fisiográfica imediatamente inferior àquela ocupada pelo perfil 1, possui um perfil relativamente homogêneo em suas propriedades

morfológicas e até certo ponto semelhante ao perfil anterior. Entretanto, difere desse por apresentar um grau de estrutura e evidências de cerosidade já bem mais acentuados. O perfil apresenta uma característica geral latossólica mas se observa a formação de um horizonte argílico pouco desenvolvido.

A classe textural do horizonte superficial é franco arenoso, e a dos três horizontes subseqüentes, franco argiloso. A estrutura é moderada no horizonte superior e fraca nos demais. O maior desenvolvimento do grau de estrutura no horizonte superficial pode ser atribuído ao conteúdo mais elevado de matéria orgânica (Quadro 3). A consistência do horizonte superficial é ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, passando a muito plástica e muito pegajosa nos horizontes subjacentes, o que está de acordo com o maior conteúdo de argila destes horizontes (Quadro 2). O aumento de argila no horizonte B, aliado à presença de cerosidade, evidencia a ocorrência de um horizonte argílico pouco desenvolvido nesse solo. As características de cor do horizonte superficial permitem defini-lo como um epipedon ócrico (SOIL SURVEY STAFF, 1975) ou como um horizonte A moderado (BRASIL, 1973). No último horizonte, devido às variações de marchetamento ocasionadas pela oscilação do lençol freático, desenvolveu-se um horizonte plíntico.

O perfil 3 situa-se na superfície fisiográfica imediatamente inferior à do perfil 2, sendo ambos os solos intermediários entre os membros extremos da catena. É um solo

que difere morfológicamente totalmentedos demais. Devido a sua posição de ocorrência, em um terraço de várzea, ele possui quase todas as características de um solo que se desenvolve em ambiente redutor. As características de cor, principalmente o marchetado e o mosqueado, refletem as oscilações do lençol freático e as condições de oxi-redução.

A classe textural é franco argilo-siltoso nos dois primeiros horizontes, argila siltosa no terceiro e franco argiloso no quarto horizonte, evidenciando a influência do material siltoso nesse solo. Os dois primeiros horizontes têm estrutura em blocos subangulares, evoluindo de moderada, média a fina no primeiro, a forte, média a grande no segundo horizonte. Os dois últimos horizontes têm estrutura moderada, grande, prismática. É muito plástico e muito pegajoso em todo o perfil, refletindo com isto também a influência do material fino, silte e argila. Apesar da relação textural ser baixa, a presença de cutan iluvial nesse solo (JIMENEZ, 1978*) possibilita a identificação de um horizonte argílico. O epipedon pode ser enquadrado como ócrico (SOIL SURVEY STAFF, 1975) ou como horizonte A moderado (BRASIL, 1973). A presença de seixos quartzíticos nos horizontes inferiores desse solo comprova que parte do material de origem foi retrabalhado.

O perfil 4 ocupa a superfície mais baixa da toposseqüência, a 250 metros da margem do rio São Francisco. Devido à sua localização em um dique, a drenagem é moderada a

* JIMENEZ, R.J.R. 1978. Comunicação pessoal.

boa. A cor dos dois primeiros horizontes é bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2), o que, associado aos elevados teores de carbono orgânico e saturação de bases define um epipedon mólico (SOIL SURVEY STAFF, 1975) ou um horizonte A chernozêmico (BENNEMA e CAMARGO, 1964). A classe textural é franco siltoso nos três primeiros horizontes, franco no quarto e franco arenoso no quinto horizonte. Pela caracterização da textura no campo, observa-se que ela é mais arenosa no horizonte superficial. Conseqüentemente, há um ligeiro aumento textural entre os horizontes A e B. Tal fato, aliado à presença de deserosidade, define um horizonte argílico. A deserosidade neste caso é mais desenvolvida por apresentar este solo uma drenagem já mais livre.

Com o objetivo de levar a um gráfico o grau de desenvolvimento desses solos, tentou-se adotar os critérios descritos por BILZI e CIOLKOSZ (1977a e 1977b). O resultado obtido é mostrado na Figura 4. Observar que:

a. Os solos das superfícies mais antigas (perfis 1 e 2) apresentam maior grau de distinção entre o horizonte superior e o subjacente que os solos das superfícies mais recentes (perfis 3 e 4).

b. Se o número de pontos que exprime a distinção entre os horizontes se mantém o mesmo, a linha que une seus limites superiores é uma perpendicular à linha que expressa o valor em pontos.

c. Se o número de pontos que quantifica a distinção entre dois horizontes diminui, a linha que une seus limites superiores se inclina para a esquerda (por exemplo, a linha que une os limites superiores do 2º e 3º horizontes do perfil 1).

d. Se a distinção entre os horizontes aumenta, a linha se inclina para a direita, como entre o 2º e o 3º horizontes do perfil 4.

Considerando como no presente caso, quatro horizontes de referência e os três limites entre eles para construir o gráfico representativo da idade pedológica de uma catena, o ângulo de deflexão daí resultante é sempre menor nos solos mais intemperizados, pois eles apresentam usualmente apenas o horizonte superior bem definido, com diferenças mínimas ao longo do perfil (ver perfil 1). Na linha que representa o perfil 2, o ângulo aumenta devido à maior distinção entre os horizontes; na do perfil 3, aumenta devido a este fato e também a ter diminuído bruscamente a distinção entre o 3º e o 4º horizontes, que estão morfologicamente condicionados pela drenagem restringida. Na linha que representa o perfil 4, contido na superfície fisiográfica mais jovem, o ângulo é máximo, devido a fraca distinção sobre o horizonte superior e o subjacente (horizontes A11 e A12) e a marcante distinção entre estes e os horizontes subsequentes.

A aplicação deste método, como pode ser notado, permite a diferenciação entre os solos de uma catena.

Figura 6 - Distinção relativa entre horizontes dos solos estudados.

6.2. Características físicas

6.2.1. Granulometria

O Quadro 2 apresenta a distribuição do tamanho de partículas dos solos estudados.

O perfil 1 é de caráter arenoso, com predominância das frações areia média e fina. O conteúdo de argila aumenta em profundidade, passando de 9,6% no horizonte superficial a 21,1% no último horizonte. Apesar de ser um aumento relativamente grande, ele é gradual (Figura 7), não sendo considerado expressivo quanto à diferenciação de um horizonte sub-superficial de acumulação de argila.

O perfil 2 é mais argiloso, e o aumento do conteúdo de argila em profundidade se verifica até ao 3º horizonte. O incremento do teor de argila de 11,9% para 28,6%, aliado à presença de cerosidade, possibilita a definição de um horizonte argílico. O teor de silte deste solo é elevado quando comparado ao do solo anterior. Isto é devido a ser o perfil 1 o mais velho da topossequência e a ter um material de origem de caráter mais arenoso.

O perfil 3 é de natureza siltosa. Isto se deve ao fato de estar este solo totalmente sob a influência do rio São Francisco, e de ser seu material de origem de natureza silto-argilosa. Apesar do pequeno incremento de argila, a presença de cerosidade no horizonte B define um horizonte argílico. A heterogeneidade do material de origem desse solo pode ser

Quadro 2 - Distribuição do tamanho de partículas na fração < 2 mm (%)

Profundi- dade cm	Areia (mm)						Silte	Argila	a m f a f
	2-1	0,5-1	0,25-	0,1-	0,05-	0,05-	(μ)	(μ)	
			0,5	0,25	0,1	2	2-50	<2	
<u>Perfil 1</u>									
0- 12	1,2	8,4	30,6	29,5	10,1	79,8	10,6	9,6	0,34
12- 32	1,5	7,8	27,2	26,6	8,1	41,2	16,4	12,4	0,30
32- 92	1,5	10,2	26,2	20,8	8,6	67,3	13,6	19,1	0,41
92-150+	1,1	7,8	21,6	23,2	12,5	66,2	12,7	21,1	0,54
<u>Perfil 2</u>									
0- 8	0,4	2,6	13,8	30,2	8,1	55,1	33,0	11,9	0,27
8- 38	0,2	2,0	9,9	22,9	6,5	41,5	29,9	28,6	0,28
28-100	0,5	1,3	5,1	15,5	5,3	27,7	34,5	37,8	0,34
100-140+	0,4	1,5	4,1	12,6	6,3	24,9	43,6	31,5	0,50
<u>Perfil 3</u>									
0- 8	-	0,5	0,8	1,1	0,7	3,1	60,7	36,2	0,64
8- 34	-	0,2	0,8	1,4	1,0	3,4	62,1	34,5	0,71
34- 89	-	0,1	0,5	1,0	1,0	2,6	56,8	40,6	1,0
89-150+	0,4	0,9	7,0	18,0	8,2	34,5	36,4	29,1	0,46
<u>Perfil 4</u>									
0- 10	-	-	0,9	17,6	4,3	22,8	63,2	14,0	0,24
10- 40	-	-	1,4	22,3	6,6	30,3	50,9	18,8	0,30
40- 82	-	0,1	1,0	20,1	2,7	23,9	53,4	22,7	0,13
82-140	-	-	2,4	36,2	9,6	48,2	33,9	17,9	0,27
140-200+	-	-	2,6	57,6	13,8	74,0	9,6	16,4	0,24

Figura 7 - Distribuição de argila dos solos estudados

notada pelos dados da relação areia muito fina/areia fina (Quadro 2).

O perfil 4 é também de natureza siltosa, estando totalmente sob a influência do rio São Francisco, e seu material de origem é de natureza silto-argilosa. A heterogeneidade deste material pode ser observada nos dados da relação areia muito fina/areia fina (Quadro 2). O incremento de 14,0% para 18,8% de argila, aliado à evidência de argila iluvial assinalada na descrição morfológica, caracterizam um horizonte argílico.

Dentre os solos estudados, o perfil 1 parece ser o mais homogêneo. O perfil 2 apresenta uma variação de 0,34 para 0,50 nos valores da relação areia muito fina/areia fina dos horizontes inferiores. Os demais solos apresentam, a profundidades variáveis, evidências semelhantes (Quadro 2).

Por outro lado, tomando-se o teor de silte como um indicativo para a idade dos solos, observa-se que ele decresce na direção dos solos mais velhos. Os perfis 3 e 4, considerados os mais jovens geomorfologicamente, pois ocupam as posições superficiais mais recentes (DANIELS et alii, 1971), são os que apresentam os teores mais elevados de silte. Por sua vez, o perfil 1, o mais antigo da topossequência, possui o teor mais baixo deste separado (Figura 8).

6.2.2 Retenção de água

A Figura 9 mostra as relações entre as percen

Figura 8 - Relação entre o teor de silte e a distância do rio São Francisco.

tagens de água retidas às tensões de 1/3 e 15 atmosferas na fração menor que 2 mm, umidade residual da terra fina sacada ao ar moída menor que 0,149 mm e os teores de argila e carbono orgânico.

Nos perfis 1 e 2, que têm os menores teores de carbono orgânico, a retenção de água pelo solo foi influenciada preponderantemente pelo teor de argila. No perfil 1, a água retida a 15 atmosferas é a que expressa de modo mais acentuado essa correlação, devido provavelmente à dominância de microporos na estrutura em grumos do último horizonte coletado. No perfil 2, a retenção de água aumentou gradualmente em profundidade. Nenhuma das curvas de retenção acusou a depleção dos teores de argila no último horizonte, o que pode ser devido à presença de argila do tipo 2:1 nesse horizonte, como constatado por PESSOTTI (1978). No perfil 3, tanto o teor de argila quanto o de carbono parecem ter influído na retenção de água, sendo que as curvas de retenção a 1/3 e 15 atmosferas seguem aproximadamente os teores de argila, e a da umidade residual do solo secado ao ar é intermediária entre aquelas e a curva do carbono orgânico. No perfil 4 é marcante a influência dos teores de carbono orgânico na retenção da água, principalmente nos dois primeiros horizontes. Entre o 2º e o 3º horizontes, a retenção de água pelo solo decresce em menor proporção que os teores de carbono, devido à elevação dos teores de argila. No último horizonte, a retenção de água a 1/3 e 15 atmosferas decresce mais acentuadamente que a umidade residual do solo secado ao ar, evidenciando o caráter arenoso do

Figura 9 - Retenção de água pelos solos, a 1/3 e 15 atmosferas, na amostra seca da ao ar e teores de argila e carbono orgânico.

horizonte.

DEMATTE (1975) observa que a retenção de água a 1/3 de atmosfera, se determinada em amostras com estrutura indeformada, pode dar valores aproximados da capacidade de campo dos solos, embora se reconheça que em alguns solos, notadamente nos arenosos, essa medida possa subestimar os valores reais da capacidade de campo. Como se considera a água retida a 15 atmosferas inproveitável para as plantas (ponto de murcha permanente), a água disponível é avaliada subtraindo-se os teores retidos a 15 atmosferas daqueles retidos a 1/3 de atmosfera. Logo, a subestimativa dos valores da capacidade de campo induz ao cálculo de quantidades de água disponível menores que as reais. Observa ainda que a retenção de água a 1/3 de atmosfera é influenciada principalmente pelos teores de argila, matéria orgânica, ferro livre e pela estrutura, enquanto a retenção a 15 atmosferas sofre maior influência dos teores e composição mineralógica da argila. Os efeitos destes dois últimos fatores podem ser notados ainda nos teores de umidade residual ou solo secado ao ar.

Os dados do Quadro 3 permitem verificar que os dois solos com os menores conteúdos de argila (perfis 1 e 4) apresentam as quantidades mínimas de água disponível. Porém, no perfil 1 isto é consequência do caráter arenoso desse solo, enquanto no perfil 4 a baixa disponibilidade de água se deve à retenção mais elevada a 15 atmosferas, ligada possivelmente à composição mineralógica da argila deste solo.

Quadro 3 - Água disponível e teores de carbono orgânico, argila e ferro livre nos diversos horizontes dos quatro perfis estudados

Profundidade cm	C org. %	Argila %	Fe ₂ O ₃ %	água retida			AD%	Da	Hcm	hmm	1/3 atm 15 atm	
				1/3 atm %	15 atm %	seco ao ar%					argila	
Perfil 1												
0- 12	0,52	9,6	0,7	9	4	0,49	5	1,6	12	9,6	2,2	0,4
12- 32	0,31	12,4	1,0	12	5	0,63	7	1,7	20	13,8	2,4	0,4
32- 92	0,20	19,1	1,1	15	6	0,75	9	1,8	60	97,2	2,5	0,3
92-150	0,13	21,1	1,1	15	8	0,66	7	1,5	58	73,1	1,9	0,4
Perfil 2												
0- 8	0,88	11,9	0,7	14	5	0,90	9	1,8	8	13,0	2,8	0,4
8- 38	0,33	28,6	1,0	19	10	1,24	9	1,7	30	45,9	1,9	0,3
38-100	0,27	37,8	1,5	24	12	1,58	12	1,6	62	119,4	2,0	0,3
100-140	0,22	31,5	1,0	28	13	1,83	15	1,7	40	102,0	2,1	0,4
Perfil 3												
0- 8	1,86	36,2	1,7	36	20	2,63	16	1,3	8	16,6	1,8	0,5
8- 34	0,83	34,5	1,2	34	20	2,36	14	1,5	26	54,6	1,7	0,6
34- 89	0,36	40,6	1,0	37	23	2,26	14	1,4	55	107,8	1,6	0,6
89-150	0,18	29,1	1,4	26	13	1,51	13	1,7	61	134,8	2,0	0,4
Perfil 4												
0- 10	3,33	14,0	1,2	23	17	3,32	6	1,4	10	8,4	1,3	1,2
10- 40	1,19	18,0	1,4	18	13	2,25	5	1,6	30	24,0	1,4	0,7
40- 82	0,54	22,7	1,4	17	13	2,01	4	1,6	42	26,9	1,3	0,6
82-140	0,19	17,9	1,1	13	7	1,13	6	1,8	58	62,6	1,9	0,4
140-200	0,10	16,4	1,1	9	4	0,72	5	1,5	60	45,0	2,2	0,2

AD% = % água retida a 1/3 atm - % água retida a 15 atm

Da = densidade aparente

Hcm = espessura do horizonte em cm

hmm AD = $\frac{AD \times Da \times Hcm}{100} \times 10$ = altura da coluna de água disponível em mm

Fe₂O₃ % = Fe₂O₃ extraído por ditionito-citrato de sódio.

A razão água retida a 15 atmosferas/teor de argila nos perfis 1 e 2 mantém-se entre 0,3 e 0,4, o que ocorre comumente em perfis com características latossólicas (PIERANTONI, 1971). Conforme assinalado na discussão dos dados morfológicos, o perfil 2 pode ser considerado um solo de transição, apresentando um horizonte argílico incipiente. A umidade residual do solo secado ao ar é sempre menor que 2% nesses perfis. Nos três primeiros horizontes dos perfis 3 e 4, a razão entre água retida a 15 atmosferas e teor de argila é sempre maior que 0,5 e a umidade residual maior que 2%. Considerando os elevados teores de silte desses solos (Quadro 2), é provável que este separado tenha contribuído também para a retenção a 15 atmosferas.

Das considerações de MARCOS (1971) deduz-se que discrepâncias entre o conceito de água disponível e os valores obtidos da diferença entre água retida a 0,33 e 15 atmosferas ou 0,06 e 15 atmosferas devem ser consideradas como indicação de que um dos dois teores de umidade é uma falsa estimativa, provavelmente o valor que se supõe estimar a capacidade de campo.

6.2.3. Flocculação da argila

O Quadro 4 apresenta os teores de carbono orgânico, argila total e dispersa em água, grau de flocculação e Δ pH dos solos estudados.

Quadro 4 - Argila total e dispersa em água, grau de floculação e Δ pH na fração < 2 mm

Profundi- dade cm	argila (%)		grau de flocul.	Δ pH	C org. %
	total	dispersa			
<u>Perfil 1</u>					
0- 12	9,6	6,2	35	- 0,8	0,52
12- 32	12,4	10,2	18	- 0,6	0,31
32- 92	19,1	1,6	92	- 0,7	0,20
92-150+	21,1	1,0	95	- 0,5	0,13
<u>Perfil 2</u>					
0- 8	11,9	6,9	42	- 0,9	0,88
8- 38	28,6	1,5	95	- 1,0	0,33
38-100	37,8	1,0	97	- 0,8	0,27
100-140+	31,5	1,0	97	- 0,8	0,22
<u>Perfil 3</u>					
0- 8	36,2	21,3	41	- 0,6	1,86
8- 34	34,5	2,2	94	- 0,6	0,83
34- 89	40,6	1,0	98	- 1,0	0,36
89-150+	29,1	1,0	97	- 1,2	0,18
<u>Perfil 4</u>					
0- 10	14,0	10,8	23	- 0,9	3,33
10- 40	18,8	12,2	35	- 0,8	1,19
40- 82	22,7	15,4	32	- 1,0	0,54
82-140	17,9	2,4	87	- 1,2	0,19
140-200+	16,4	2,8	83	- 0,6	0,10

Os valores de Δ pH são sempre negativos e, nos perfis 1 e 2, mostram ligeira tendência a decrescer, em valores absolutos, com a profundidade. O efeito pode ser devido ao decréscimo do conteúdo de matéria orgânica (VAN RAIJ e PEECH, 1972). Supõe-se que a matéria orgânica, negativamente carregada, fique presa nos sítios positivos das superfícies dos minerais, e que um decréscimo da matéria orgânica em profundidade seja acompanhado por exposição de um número crescente de sítios positivos. No último horizonte do perfil 2, o Δ pH se manteve o mesmo do horizonte suprajacente, provavelmente porque a presença de argilas do tipo 2:1 (PESSOTTI, 1978), compensou as cargas positivas oriundas do menor conteúdo de matéria orgânica. Nos perfis 3 e 4, os valores absolutos de Δ pH aumentam no 3º e no 4º horizontes, embora os teores de carbono orgânico decresçam. GILLMAN (1974), trabalhando com um perfil krasnozem (basáltico), observou que, quando a mineralogia da argila mudou de um sistema dominado por goetita e gibbsita para um sistema dominado pela caulinita no horizonte subjacente, o número de cargas positivas tornou-se menor. Uma outra explicação possível é que, estando esses solos localizados em região de clima sub-úmido e nas superfícies mais recentes da toposseqüência (DANIELS et alii, 1971), a precipitação e conseqüentemente a lixiviação não foram suficientes para promover um intenso intemperismo que produz cargas positivas (GILLMAN, 1974).

O grau de floculação da argila é baixo no perfil 1, que apresenta características morfológicas latossólicas.

Considerando que esse solo tem caráter essencialmente arenoso (Quadro 2), com predominância das frações areia grossa, média e fina, a evidência encontrada é que essas frações atuaram como abrasivo no decorrer da agitação por uma noite para determinação da argila natural. Este fato está de acordo com ASHFORD et alii (1972), que obtiveram percentagens muito maiores de argila dispersa em água ao acrescentar areia aos solos e, inversamente, menores percentagens de argila dispersa em água ao remover parte da areia de solos com elevados conteúdos deste separado. Esses autores observaram que as frações areia média e grossa foram as mais eficientes para promover a dispersão da argila. Por outro lado, os perfis 2 e 3, que têm os menores teores de areia, apresentam maior grau de flocculação de argila nos horizontais B, enquanto o perfil 4, que tem também um horizonte argílico mas com um caráter mais arenoso que os perfis 2 e 3, apresenta os menores graus de flocculação da argila da toposseqüência.

GILLMAN (1974) observou argila dispersa em água, na ausência de agentes floclulantes, sempre que havia um excesso de carga superficial positiva ou negativa. GILLMAN e BELL (1976) observaram que as quantidades de argila dispersa em água não podem ser deduzidas pelos valores da carga efetiva, porque esta não se encontra uniformemente distribuída nas heterogêneas amostras de solos. Combinações diferentes de minerais e matéria orgânica necessitam diferentes quantidades de carga para causar dispersão. Segundo esses autores, a mineralogia da argila dispersa apenas em água deionizada é a mesma

que a da argila dispersa em calgon e soda, indicando que a argila natural é uma fração representativa da argila total, embora as análises mineralógicas provavelmente não tenham sido suficientemente exatas para confirmar este fato.

Pelos dados dos Quadros 2 e 4 pode-se notar que, nos perfis 1 e 4, quando a soma das frações areia e silte ultrapassa 80% da massa do horizonte, a argila dispersa em água está presente a maiores profundidades que nos perfis mais argilosos (perfis 2 e 3), o que se coaduna com o provável efeito mecânico das partículas arenosas na dispersão dos agregados de argila, durante o tratamento de agitação no processamento de análise granulométrica.

6.3. Características químicas

6.3.1. Características químicas ligadas à fertilidade de.

O Quadro 5 apresenta as principais características químicas relativas à fertilidade dos solos estudados. De uma maneira geral são solos distróficos, com baixa saturação de bases, baixa disponibilidade de fósforo, saturação de alumínio maior que 50% na maioria dos horizontes, em respeito a todos os perfis com exceção do perfil 4. A pequena concentração de bases no horizonte superior dos perfis 1, 2 e 3 se deve à contribuição da matéria orgânica e ao processo de reciclagem (BUOL et alii, 1973). Apesar de serem solos localizados

Quadro 5 - Características químicas dos solos estudados

Profun- didade (cm)	pH H ₂ O	(1:1) KCl	Δ pH	Pass. ppm	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ⁺⁺⁺	S	T	CTC	V	Sat.	Al. C org.
e.mg/100 g gramas de solo																
e.mg/100g argila																
%																
Perfil 1																
0- 12	4,3	3,5	-0,8	3	0,36	0,33	0,18	0,02	2,46	0,44	0,9	3,8	15,2	24	33	0,52
12- 32	4,0	3,4	-0,7	1	0,07	0,20	0,08	0,02	1,96	0,64	0,4	3,0	12,9	13	62	0,31
32- 92	4,1	3,4	-0,7	1	0,07	0,31	0,06	0,02	2,03	0,67	0,5	3,2	12,0	16	67	0,20
92-150+	3,9	3,4	-0,5	1	0,07	0,27	0,31	0,02	1,80	0,80	0,7	3,2	12,9	21	53	0,13
Perfil 2																
0- 8	4,6	3,7	-0,9	5	1,46	0,84	0,74	0,04	3,44	0,26	3,1	6,8	23,9	46	8	0,88
8- 38	4,2	3,2	-1,0	1	1,18	0,45	0,74	0,02	2,99	1,71	2,4	7,1	19,6	34	42	0,33
38-100	4,0	3,2	-0,8	1	0,12	0,19	0,45	0,02	3,01	2,19	0,8	6,0	12,7	13	73	0,27
100-140+	4,1	3,3	-0,8	2	0,12	0,14	0,20	0,02	3,17	2,13	0,5	5,8	15,3	9	81	0,22
Perfil 3																
0- 8	3,7	3,1	-0,6	4	0,96	0,58	0,47	0,10	7,60	1,20	2,1	10,9	7,0	19	36	1,86
8- 34	3,8	3,2	-0,6	2	0,25	0,06	0,10	0,09	4,13	2,27	0,5	6,9	9,2	7	82	0,83
34- 89	4,2	3,2	-1,0	1	0,07	0,08	0,06	0,40	3,48	2,32	0,6	6,4	11,8	9	79	0,36
89-150+	4,5	3,3	-1,2	2	0,18	0,19	1,15	0,33	2,87	1,73	1,8	6,4	19,2	28	49	0,18
Perfil 4																
0- 10	6,5	5,6	-0,9	18	11,28	2,78	0,44	0,10	2,61	0,09	14,6	17,3	16,5	84	1	3,33
10- 40	5,8	5,0	-0,8	8	6,07	2,23	0,42	0,08	3,11	0,09	8,8	12,0	35,3	73	1	1,19
40- 82	5,8	4,8	-1,0	2	3,31	2,68	0,72	0,06	2,72	0,08	6,8	9,6	31,6	71	1	0,54
82-140	4,8	3,6	-1,2	4	1,55	0,89	0,34	0,05	2,70	0,10	2,8	5,6	26,5	50	3	0,19
140-200+	4,9	4,3	-0,6	1	0,96	0,16	0,10	0,02	2,52	0,12	1,2	3,8	20,4	32	9	0,10

S = soma de bases; T = capacidade de troca de cations da fração < 2 mm

CTC argila = capacidade de troca de cations da fração < 2 μ , com correção para carbono orgânico.

em região climática mais seca e de apresentarem drenagem restringida (caso dos perfis 2 e 3), o processo de lixiviação parece estar agindo intensamente nesses solos. Como consequência de tal processo as cargas negativas dos colóides tendem a ficar saturadas com hidrogênio e alumínio. O teor de alumínio extraível tende a aumentar do perfil 1 ao 3, concentrando-se nos solos com drenagem deficiente.

O perfil 4, localizado na superfície mais recente, recebendo continuamente novas contribuições de material, é um solo totalmente diferente dos demais. A saturação de bases é elevada, com predominância de íons de cálcio e magnésio, cujos teores tendem a decrescer em profundidade. O elevado teor de matéria orgânica nos horizontes superficiais desse solo se deve à ação estabilizadora dos íons bivalentes (BUOL et alii, 1973).

Uma vez que a quantidade de dados relativos aos teores de carbono orgânico, argila e capacidade de troca de cátions por perfil é exígua, não é viável a interpretação estatística desses parâmetros, para averiguação de correlações, como seria desejável.

Contudo, verifica-se possibilidade de obtenção de estimativa referente à contribuição da fração orgânica (expressa em percentagem de carbono) e da fração argila (constituíntes minerais) na CTC do material constitutivo dos solos. A consecução dessas informações pode ser alcançada por recurso a método expedito de determinação gráfica, mediante artifí

cio de cálculo, proposto por BENNEMA (1966), de aplicação exequível particularmente no caso dos perfis 1 e 3, como exposto nas Figuras 10 e 11. Já os dados dos perfis 2 e 4 não se mostram apropriados para a aplicação perfeita desse método (Quadro 6).

Assim, para os perfis 1 e 3 a CTC para 100 gramas de argila, subtraída a contribuição da matéria orgânica, é de, respectivamente, 11,4 e 12,0 me, podendo ser estimada em 13,2 me para o perfil 2. Quanto à CTC da matéria orgânica expressa para 1% de carbono, é de 5,2 me e 3,5 me para os perfis 1 e 3 e estimada em 5,5 para o perfil 2.

Verifica-se pois, que as argilas dos perfis 1, 2 e 3 são de baixa atividade, traduzida por CTC da ordem de 11-13 me. Em contraposição, no caso do perfil 4 a atividade é alta, sendo a CTC superior a 20 me.

6.3.2. Ataque sulfúrico

O Quadro 7 apresenta os dados obtidos pelo ataque sulfúrico da terra fina moída menor que 0,149 mm.

Os teores de sílica, alumínio e ferro aumentam em profundidade nos perfis 1 e 2; nos perfis 3 e 4, aumentam apenas ao longo dos três primeiros horizontes, para decair bruscamente nos horizontes subjacentes. Esses aumentos ou decréscimos de teores de sílica, alumínio, e menos estreitamente ferro, se subordinam às variações do teor de argila, como

Quadro 6 - CTC e percentagens de argila e carbono orgânico dos solos estudados, e valores de CTC e carbono orgânico para 100 g de argila

	Argila %	C	CTC me/100 g	Correção para 100 g de argila C 100/arg. CTC 100/arg.	
Perfil 1	9,6	0,52	3,8	5,41	39,58
	12,4	0,31	3,0	2,50	24,19
	19,1	0,20	3,2	1,04	16,75
	21,1	0,13	3,2	0,61	15,16
Perfil 2	11,9	0,88	6,8	7,39	57,14
	28,6	0,33	7,1	1,15	24,82
	37,8	0,27	6,0	0,71	15,87
	31,5	0,22	5,8	0,69	18,41
Perfil 3	36,2	1,86	10,9	5,13	30,11
	34,5	0,83	6,9	2,40	20,00
	40,6	0,36	6,4	0,88	15,76
	29,1	0,18	6,4	0,61	21,99
Perfil 4	14,0	3,33	17,3	23,78	123,57
	18,8	1,19	12,0	6,32	63,82
	22,7	0,54	9,6	2,37	42,29
	17,9	0,19	5,6	1,06	31,28
	16,4	0,10	3,8	0,60	23,17

Figura 10 - CIC para 1 grama de carbono e 1 de argila no perfil 1.

Figura 11 - CTC para 1 grama de carbono e 100 gramas de argila, no perfil 3.

seria de se esperar, uma vez que, o tratamento por ácido sulfúrico e carbonato de sódio é feito de molde a atacar a fração argila, podendo eventualmente e de forma pouco intensa afetar outras frações.

Os teores de titânio tendem a aumentar em profundidade nos perfis, harmonicamente aos teores de argila e, por outro lado, tendem a aumentar também da superfície mais antiga para a mais recente. HUTTON (1977) observa que a principal razão para o estudo dos minerais de titânio nos solos (juntamente com o zircônio e o háfnio) é que eles permanecem quando a maioria dos outros minerais primários já desapareceu em consequência dos processos de intemperismo, pois eles por si mesmo têm pouca ou nenhuma influência no sistema de nutrição solo-planta. JACKSON et alii (1948) e JACKSON e SHERMAN (1953) identificaram uma sequência de intemperismo para minerais das dimensões da argila, e seu estágio mais estável é o nº 13 - "anatase (também rutilo, ilmenita, leucóxene, corundum, etc.)". Observando os dados na razão Al_2O_3/TiO_2 no perfil 1 e nos três primeiros horizontes dos perfis 2 e 3, nota-se um ligeiro aumento em profundidade. O alumínio poderia então parecer mais móvel que o titânio no desenvolvimento desses perfis de solos, e isto é refletido na sequência de intemperismo de JACKSON et alii (1948), de caulinita, gibbsita, hematita, anatase, em ordem de estabilidade crescente. A base do argumento de CRAIG e LOUGHNAN (1964) é contrária a isto, porque eles preferem considerar o alumínio imóvel sob as condições normais de intemperismo. No perfil 4, a tendência da re-

Quadro 7 - Dados obtidos pelo ataque sulfúrico (H_2SO_4 d = 1,47 e Na_2CO_3 a 5%) e relações entre sílica e sesquióxidos.

Profun- didade (cm)	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3 %	TiO_2	P_2O_5	SiO_2 Al_2O_3 (Ki)	SiO_2 $Al_2O_3+Fe_2O_3$ (Kr)	SiO_2 Fe_2O_3	Al_2O_3 Fe_2O_3	Al_2O_3 TiO_2
Perfil 1										
0- 12	3,9	2,9	1,1	0,22	0,01	2,29	1,84	9,42	4,12	10,14
12- 32	5,7	4,8	1,7	0,31	0,02	2,02	1,65	8,96	4,44	12,08
32- 92	7,5	6,0	2,0	0,35	0,02	2,13	1,75	10,00	4,70	13,36
92-150	7,9	6,5	2,2	0,36	0,02	2,07	0,70	9,54	4,62	14,16
Perfil 2										
0- 8	5,5	3,7	1,1	0,22	0,01	2,40	2,03	13,28	5,54	12,96
8- 38	12,0	8,6	2,2	0,36	0,02	2,37	2,04	15,10	6,11	18,73
38-100	14,2	10,5	3,3	0,39	0,02	2,30	1,92	11,49	5,00	21,00
100-140	14,6	11,1	5,1	0,42	0,02	2,34	1,73	7,63	3,41	20,53
Perfil 3										
0- 8	21,7	16,0	5,5	0,46	0,02	2,31	1,89	10,51	4,56	27,05
8- 34	22,9	18,5	5,1	0,50	0,02	2,10	1,79	11,96	5,69	28,79
34- 89	25,6	21,1	6,6	0,56	0,02	2,06	1,72	10,33	5,01	29,55
89-150	15,0	6,6	4,0	0,42	0,02	3,86	2,79	10,00	2,59	12,32
Perfil 4										
0- 10	13,3	9,5	4,6	0,56	0,02	2,38	1,82	7,70	3,23	13,31
10- 40	14,1	9,3	5,1	0,62	0,03	2,58	1,91	7,37	2,86	11,76
40- 82	15,0	10,0	5,4	0,72	0,03	2,55	1,90	7,40	2,90	10,89
82-140	9,6	5,3	4,0	0,66	0,02	3,08	2,08	6,40	2,08	6,30
140-200	5,5	3,1	2,7	0,55	0,02	3,02	1,94	5,42	1,80	4,42

lação Al_2O_3/TiO_2 é estreitar-se em profundidade. Por outro lado, observando-se os dados relativos aos teores de TiO_2 nos quatro perfis, não é notada influência das condições de redução do perfil 3 sobre as percentagens desse óxido. Os dados do Quadro 7 mostram que, além da tendência a aumentar em profundidade nos perfis e das superfícies mais velhas para as mais jovens, os teores de TiO_2 tendem ainda a se contrapor ao índice K_i , isto é, em um mesmo perfil, é freqüente o índice K_i decrescer se os teores de TiO_2 se elevarem, e vice-versa. Esses dados, aparentemente discrepantes, podem ter várias explicações. HUTTON (1977) observa que um aspecto de mobilidade do titânio que deve ser considerado é a extensão em que esse elemento faça parte da estrutura das argilas silicatadas encontradas nos solos. Segundo esse autor, cerca de 3% do titânio poderiam constituir parte da estrutura de micas trioctaedrais como biotita e flogopita, e é comum encontrar-se mais que 1% de Ti na fração argila de muitos solos. Todavia, é difícil decidir se o titânio está presente como óxido livre ou se está preso na camada trioctaédrica da estrutura dos silicatos. No caso dos perfis 3 e 4 estudados no presente trabalho, se o Ti fizesse parte da rede cristalina dos minerais de argila desses solos, os elevados teores obtidos pelo ataque sulfúrico não indicariam um estágio avançado de intemperismo, senão a influência da composição mineralógica do material de origem silte-argiloso desses solos. Outra explicação, aparentemente mais razoável e que se aplica ao caso, é que os perfis 3 e 4 fazem parte do terraço de várzea, *tv*, ou seja, de material de

origem diferente dos perfis 1 e 2, localizados nos terraços mais elevados e antigos.

Os índices k_i e k_r tendem a aumentar partindo da superfície mais velha para a mais jovem, se consideradas as médias dos perfis. Refletem também a influência da drenagem restringida na retenção de alumínio e ferro (ver k_i e k_r do perfil 3). Já sob drenagem livre, o estágio de intemperismo se expressa pela acumulação relativa do ferro sobre a sílica e desta sobre o alumínio (ver k_i , k_r e razão $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ do perfil 4). Segundo SCHWERTMANN e TAYLOR (1977) a reversibilidade da reação de oxidação-redução do ferro desempenha um importante papel no seu comportamento nos solos. Se o oxigênio do solo se torna deficiente devido ao excesso de água, os microrganismos podem utilizar os íons Fe^{3+} como um receptor final de elétrons para realizar a decomposição oxidativa da matéria orgânica. O Fe^{3+} é desse modo reduzido a Fe^{2+} , o qual, sendo geralmente mais solúvel, acelera a dissolução do óxido. A migração de Fe^{2+} em solução para zonas de oxidação induz a re-oxidação e subsequente reprecipitação. Observam os autores que as reações de redução-solução ou quelação-solução e oxidação-precipitação tornam difícil posicionar corretamente os óxidos de ferro em uma seqüência de intemperismo ou de estabilidade de minerais. Eles participam de, praticamente, todos os estágios de intemperismo e indicam um estágio avançado somente quando fortemente acumulados sob condições aeróbicas - estágio 12 na escala de JACKSON (MONIZ e JACKSON, 1967) com 13

estágios de intemperismo.

6.3.3. Extrações seletivas de ferro, alumínio e manganês

Os Quadros 8, 9 e 10 apresentam, respectivamente, os teores de óxidos de ferro, alumínio e manganês, obtidos pelas extrações desses elementos por ditionito-citrato de sódio (dc) e ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (dcb), considerados óxidos livres; oxalato ácido de amônio na ausência de luz - óxidos amorfos; pirofosfato de sódio - complexos organo-metálicos. Teores desses componentes próximos aos totais são representados pelos obtidos no extrato sulfúrico (H_2SO_4 d=1,47).

Uma análise rápida dos Quadros citados permite verificar que, na extração com dcb obteve-se, em relação ao Fe principalmente, mas também em relação ao Mn, teores mais baixos que os obtidos com dc nos solos mais velhos e teores muito mais elevados que aqueles nos solos mais jovens. Os teores de Al foram, de um modo geral, mais baixos que os obtidos com dc.

Segundo os autores do método (MEHRA e JACKSON, 1960) e KUNZE (1965) a extração com dcb precisa ser repetida uma ou duas vezes se a amostra contém originalmente mais de 5% de Fe_2O_3 extraível. A evidência encontrada no presente trabalho é que o fator que torna insuficiente uma única extração

com dcb não é apenas a quantidade de óxidos livres de Fe e Mn presentes, mas também a idade do solo. Nos solos com características latossólicas - Oxissolos e mesmo Ultissolos - correspondentes aos perfis 1 e 2 no presente trabalho, uma só extração com dcb não retirou todos os óxidos livres presentes. Quanto a isto, um aspecto que talvez deva ser considerado é que, a extração por dc foi feita com agitação durante 14 horas em agitador de Wagner. Já a extração por dcb se processou basicamente mediante a elevação da temperatura a 80°C. É possível que o efeito mecânico da agitação tenha sido uma das causas que influíram na dispersão dos óxidos livres de ferro de atividade baixa, isto é, predominantemente cristalinos ou cripto cristalinos.

Quanto ao Al, o dc extraiu teores progressivamente mais elevados que o dcb, a partir dos solos mais velhos para os mais jovens. Esta maior eficiência do dc em relação ao dcb pode ser devida ao efeito do pH na solubilidade do Al, uma vez que, com o primeiro método a extração é feita a pH 9,0, enquanto o tamponamento com bicarbonato de sódio baixa o pH da solução a 8,1, limitando a solubilidade do alumínio. Por ser este elemento anfótero, as extrações com oxalato de amônio (pH 3,0-3,1) e pirofosfato de sódio (pH 10,0-10,1) também foram eficientes.

Para efeito de cálculo e discussão dos resultados, os teores de óxidos livres serão considerados aqueles obtidos pela extração com dc, porque esse extrator, embora me

nos eficiente para fornecer os valores absolutos de óxidos livres de Fe e Mn, fornece valores relativos aparentemente mais válidos com vistas à distribuição desses óxidos na toposseqüência.

6.3.3.1. Ferro

De um modo geral, os conteúdos de ferro aumentam da superfície mais velha (perfil 1) para as mais jovens, atingindo seu máximo no perfil 3, para decrescer ligeiramente no perfil 4 (Quadro 8).

No perfil 1, além do aumento em profundidade do ferro extraído pelo ataque sulfúrico e do ferro livre, nota-se um aumento gradual nas percentagens de ferro silicatado, que passam de 34 a 50% ao longo do perfil, acompanhando o aumento dos teores de argila. A razão de atividade do ferro decresce de 58% no horizonte superficial a 31% no último horizonte, indicando proporções mais elevadas de materiais produzidos por intemperismo recente nos horizontes superficiais (McKEAGUE e Day, 1966). Os teores de ferro extraídos por pirofosfato são mais elevados no horizonte B, o que se reflete em teores também mais altos de ferro extraído por oxalato. Esse ligeiro acúmulo de ferro complexado pela matéria orgânica no horizonte B não tem significação face aos baixos teores de ferro e carbono orgânico no perfil (CANADA SOIL SURVEY COMMITTEE, 1973; SOIL SURVEY STAFF, 1975).

Quadro 8 - Teores de Fe_2O_3 extraídos, fração Fe-silicato, razão de atividade do ferro e percentagem da argila

Profundidade (cm)	Fe_2O_3 extraído (mg/100 g de solo)					Fe_2O_3		argila
	as	dc	dcb	o	p	si%	o/dc	%
<u>Perfil 1</u>								
0- 12	1.100	727	708	42	5	34	58	9,6
12- 32	1.700	991	710	53	13	42	53	12,4
32- 92	2.000	1.090	875	50	4	45	46	19,1
92-150	2.200	1.106	974	34	1	50	31	21,1
<u>Perfil 2</u>								
0- 8	1.100	694	711	114	42	37	164	11,9
8- 38	2.200	1.007	942	98	79	54	97	28,6
38-100	3.300	1.552	1.387	71	40	53	46	37,8
100-140	5.100	1.038	1.932	95	19	80	92	31,5
<u>Perfil 3</u>								
0- 8	5.500	1.668	1.701	794	248	70	476	36,2
8- 34	5.100	1.222	1.618	318	206	76	260	34,5
34- 89	6.600	1.040	2.262	157	53	84	151	40,6
89-150	4.000	1.371	1.684	95	1	66	69	29,1
<u>Perfil 4</u>								
0- 10	4.600	1.255	1.774	582	79	73	464	14,0
10- 40	5.100	1.436	2.047	635	87	72	442	18,8
40- 82	5.400	1.362	2.014	450	79	75	330	22,7
82-140	4.000	1.057	1.970	160	53	74	151	17,9
140-200	2.700	1.090	1.420	107	21	60	98	16,4

as = ataque sulfúrico (H_2SO_4 d 1,47)

dc = extração com ditionito-citrato de sódio

dcb = extração com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio

o = extração com oxalato de amônio

p = extração com pirofosfato de sódio

si = valores aproximados do Fe_2O_3 da fração argila, obtidos pela diferença $\text{Fe}_{\text{as}} - \text{Fe}_{\text{dc}}$

o/dc = razão de atividade do ferro, obtido pela fórmula $\text{Fe}_{\text{o}}/\text{Fe}_{\text{dc}} \cdot 10^3$

No perfil 4, o mais jovem da topossequência e já sob drenagem livre, os teores de ferro total e organo-complexado são algo mais baixos que os do perfil 3, porém os teores de óxidos livres são elevados, havendo regular contribuição dos materiais amorfos. Há uma ligeira acumulação de óxidos livres, nas suas várias formas, no horizonte A12. A razão de atividade do ferro nesse perfil indica que o intemperismo vem agindo intensamente. Partindo desse solo em direção aos solos mais velhos, a razão de atividade decresce gradualmente. Neste particular, os dados do Quadro 8 mostram que, embora os teores de ferro organo-complexado sejam elevados sob ambiente redutor, a razão de atividade do ferro não é afetada pela drenagem restringida e portanto pode ser usada como um índice de intemperismo.

Os dados do Quadro 8 sugerem que a transferência de óxidos de ferro no perfil parece ter sido um fenômeno importante na gênese dos solos com características latossólicas (perfis 1 e 2), conforme observa MOTHCI (1977) em relação a Latossolos do Planalto Central.

6.3.3.2. Alumínio

O alumínio apresenta as mesmas tendências do ferro na topossequência quanto aos dados do ataque sulfúrico, porém com teores bem mais elevados. O conteúdo de alumínio livre é de um modo geral mais baixo quando extraído com dcb do que com dc, embora este extrator também indique baixos teores

No perfil 2, o ferro extraído pelo ataque sulfúrico aumenta gradualmente nos três primeiros horizontes e de modo mais acentuado no último horizonte. Esse aumento não é a acompanhado pelos teores extraídos por dc, mas as extrações por dcb e oxalato acusam a elevação. Este fato permite algumas considerações, por exemplo: a partir desse horizonte, os teores de Fe extraídos por dcb são sempre maiores que aqueles obtidos pela extração com dc, o que está em perfeito acordo com a observação morfológica, segundo a qual as características la tossólicas, na topossequência em estudo, não mais estão presentes a partir desse horizonte. O conteúdo de ferro organo-complexado está mais fortemente expresso no 2º horizonte(Blt), o que também está de acordo com a descrição morfológica, que assinala o caráter transicional desse solo.

No perfil 3, os dados do ataque sulfúrico mostram o mais alto conteúdo de ferro, considerado total, da topossequência. Nota-se a contribuição dos materiais amorfos, or gânicos e inorgânicos, para os teores de óxidos livres, principalmente nos horizontes superficiais. Considerando que esse solo tem drenagem restringida, isto está de acordo com TAMURA e JACKSON (1953) que constatarem a persistência de óxidos livres, notadamente do sistema amorfo, em ambientes redutores. No 3º horizonte há uma acumulação de ferro apontada pelos dados do ataque sulfúrico e pelo dcb, enquanto os teores extraídos pelo dc são os mais baixos do perfil. Isto pode ser uma indicação da descontinuidade litológica anteriormente assinalada nesse horizonte.

Quadro 9 - Teores de Al_2O_3 extraídos, fração Al-silicato, razão de atividade do alumínio e percentagem da argila.

Profundidade (cm)	Al_2O_3 extraível (mg/100 g de solo)					Al_2O_3		argila
	as	dc	dcb	o	p	si%	o/dc	%
<u>Perfil 1</u>								
0- 12	2.900	260	331	170	tr.	91	654	9,6
12- 32	4.800	354	260	189	tr.	93	534	12,4
32- 92	6.000	366	354	359	tr.	94	981	19,1
92-150	6.500	402	307	302	tr.	94	751	21,1
<u>Perfil 2</u>								
0- 8	3.700	295	213	283	tr.	92	959	11,9
8- 38	8.600	413	236	283	57	95	685	28,6
38-100	10.500	520	294	208	19	95	400	37,8
100-140	11.100	413	354	113	tr.	96	274	31,5
<u>Perfil 3</u>								
0- 8	16.000	472	189	453	227	97	960	36,2
8- 34	18.500	532	165	302	189	97	568	34,5
34- 89	21.100	461	614	265	57	98	575	40,6
89-150	6.600	685	307	170	0	90	248	29,1
<u>Perfil 4</u>								
0- 10	9.500	260	47	57	57	97	219	14,0
10- 40	9.300	319	165	132	38	97	414	18,8
40- 82	10.000	354	283	94	57	96	266	22,7
82-140	5.300	272	189	113	0	95	415	17,9
140-200	3.100	260	47	57	tr.	92	219	16,4

as = ataque sulfúrico (H_2SO_4 d 1,47)

dc = extração com ditionito-citrato de sódio

dcb = extração com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio

o = extração com oxalato de amônio

p = extração com pirofosfato de sódio

si = alumínio da fração argila ($Al_{si} = Al_{si} - Al_{dc}$)

o/dc = razão de atividade do alumínio ($Al_o/Al_{dc} \cdot 10^3$)

de alumínio livre (Quadro 9). Os teores desta fração são aproximados no solo mais velho (perfil 1) e no solo mais jovem (perfil 4) sob influência de drenagem boa, e se elevam nos perfis 2 e 3 que têm drenagem sucessivamente mais restringida. A fração do alumínio retida na estrutura dos minerais de argila é sempre maior que 90% dos teores totais, sendo algo mais elevada nos três primeiros horizontes dos perfis 3 e 4. A razão de atividade do alumínio no perfil 1 indica que o intemperismo vem atuando nesse solo, havendo apenas traços de compostos orgânicos de alumínio no perfil. Já nos perfis 2 e 3 a elevada razão de atividade do alumínio se deve à influência da drenagem restringida, uma vez que os teores de alumínio extraído por oxalato são os mais elevados da topossequência. A menor razão de atividade do alumínio é constatada no perfil 4, situado na superfície mais recente da catena. Todavia, isto pode refletir mais uma vez a influência da drenagem sobre o comportamento do alumínio nos solos, como assinalado quanto aos teores de óxidos livres, e então não é possível considerar o alumínio como um índice de intemperismo.

6.3.3.3. Manganês

Os dados obtidos para manganês não permitem que seus teores sejam discutidos da mesma forma que os teores de ferro e de alumínio. No entanto, algumas considerações poderão ser feitas.

O manganês comportou-se de modo semelhante ao ferro, quanto à extração de óxidos livres: de extraiu maiores quantidades que dc b nos solos mais velhos, e menores quantidades que este extrator no solo mais jovem (perfil 4). Porém, diverentemente do que foi constatado quanto ao ferro e ao alumínio, os teores de óxidos livres de manganês são mínimos nos horizontes B e C do perfil 3, sob influência de drenagem restringida. Isto está de acordo com MOORE (1973) que, usando dc b como extrator (MEHRA e JACKSON, 1960), encontrou teores mais baixos de óxidos livres de manganês em horizontes gleizados. Cabe observar que más condições de aeração não são favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos que atuam sobre os compostos de manganês.

Os dados do Quadro 10 mostram que o manganês está presente predominantemente sob a forma de óxidos livres nos horizontes superficiais dos perfis 2 e 3, e em todo o perfil 4, excetuado o horizonte superficial. Neste último perfil, está quase totalmente no estado amorfo, com regular contribuição dos compostos organo-complexados. Quanto aos teores mais elevados de manganês nos horizontes superficiais, é válida a observação de BLUME e SCHWERTMANN (1969): pelo fato de ser este elemento um nutriente para as plantas e elevada proporção do manganês total participar do biociclo, deve ser esperada a sua acumulação pela vegetação.

A maior concentração de manganês no perfil 4 pode ser devida a diversos fatores, entre os quais:

Quadro 10 - Teores de Mn_2O_3 extraídos e percentagens de carbono orgânico dos solos estudados.

Profundidade (cm)	Mn_2O_3 extraído (mg/100 g de solo)					C org.
	as	dc	dcb	o	p	%
<u>Perfil 1</u>						
0- 12	5,58	3,51	2,84	2,59	1,01	0,52
12- 32	5,22	2,52	1,62	1,01	1,01	0,31
32- 92	5,22	2,34	2,68	0,58	1,01	0,20
92-150	5,22	2,52	1,62	0,14	1,01	0,13
<u>Perfil 2</u>						
0- 8	13,32	16,20	15,66	14,11	3,74	0,88
8- 38	7,20	4,95	4,11	2,59	1,30	0,33
38-100	6,12	2,79	2,68	1,01	1,30	0,27
100-140	6,66	2,52	2,16	0,58	1,01	0,22
<u>Perfil 3</u>						
0- 8	13,32	10,89	2,76	9,07	3,74	1,86
8- 34	8,10	2,07	1,62	1,01	1,01	0,83
34- 89	7,56	1,62	1,26	1,30	1,01	0,36
89-150	6,66	2,07	0,72	0,14	1,01	0,18
<u>Perfil 4</u>						
0- 10	75,60	61,83	64,26	67,82	18,43	3,33
10- 40	69,30	64,17	73,98	67,82	9,07	1,19
40- 82	66,60	59,40	67,86	56,16	4,90	0,54
82-140	30,24	32,67	41,22	25,20	3,31	0,19
140-200	21,24	20,61	35,10	16,42	1,73	0,10

as = ataque sulfúrico (H_2SO_4 d 1,47)

dc = extração com ditionito-citrato de sódio

dcb = extração com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio

o = extração com oxalato de amônio

p = extração com pirofosfato de sódio.

- Natureza do material de origem desse solo, constituído por sedimentos argilo-siltosos fluviais. Neste particular, ROSS et alii (1976) estudando várias ordens de solos de Indiana (E.U.A.), observaram que os dois solos (Ginat e Weinbach) que não apresentavam evidência de qualquer forma cristalina de manganês, desenvolveram-se em terraços de deposição ao longo do rio Ohio.

- Conteúdos mais elevados de matéria orgânica proporcionados pela floresta ribeirinha e, principalmente, pelos teores mais elevados de cálcio e magnésio (Quadro 5). Esta condição favorece também a atividade de microrganismos, que está morfologicamente evidenciada por galerias biológicas preenchidas com material preto nos dois primeiros horizontes do perfil.

- Possível acumulação do manganês por efeito da evapotranspiração. DROSDOFF e NIKIFOROFF (1940) sugeriram que à medida em que a água é evaporada ou tomada pelas plantas, a solução do solo fica mais rica em Mn, e essa solução vai ocupando poros sucessivamente menores.

6.4. Classificação dos solos

Os dados obtidos para o perfil 1 permitiram a caracterização de um epipedon ócrico (SOIL SURVEY STAFF, 1975) ou horizonte A moderado pelos conceitos do sistema brasileiro de classificação (BRASIL, 1973); como horizonte diagnóstico de subsuperfície ficou caracterizado o óxico ou o B latossólico.

As características desse solo, principalmente as morfológicas, permitiram o enquadramento como Latossolo Vermelho-Amarelo A moderado. Os dados granulométricos e químicos completaram a classificação: Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado textura média. Pelos conceitos americanos e ao nível de subgrupo o solo pode ser enquadrado como Typic Haplorthox.

O solo representado pelo perfil 2, localizado em uma cota menos elevada que o perfil 1, é aparentemente latossólico, devido principalmente às características de cor e profundidade. Entretanto, um exame mais cuidadoso evidenciou a presença de um epipedon ócrico (devido apenas à pequena espessura) ou horizonte A moderado, um horizonte argílico ou B textural pouco desenvolvido e um horizonte óxico ou latossólico. Dada principalmente a presença dos horizontes B textural e B latossólico, a classificação desse solo pode ser a seguinte: Podzólico Vermelho-Amarelo Álico latossólico plíntico A moderado textura média/argilosa. Pelos conceitos da classificação americana, pode ser a seguinte: Plinthic Paleustult.

O perfil 3, situado na superfície fisiográfica imediatamente inferior à do perfil 2, representa um solo que morfológicamente difere dos demais. Devido principalmente às características morfológicas, o epipedon pode ser classificado como ócrico ou horizonte A moderado e o horizonte de subsuperfície como argílico ou B textural. Pelos conceitos do sistema brasileiro de classificação esse solo pode ser enquadrado como Laterita Hidromórfica argila de atividade baixa Álica

A moderado textura siltosa/argilosa. Pelo sistema americano pode ser classificado como Oxíc Plínthaquult.

Apesar de, no sistema brasileiro de classificação de solos, ser dada bastante importância para o incremento de argila na definição do horizonte B textural, no caso do perfil 3 este horizonte foi evidenciado mais pela presença de cutan iluvial. A primeira camada, no caso deste solo, é considerada como sendo de deposição recente, mascarando com isso a diferença textural. O segundo horizonte, por sua vez, já apresenta características morfológicas de B, assim como cutans iluviais em apreciável quantidade.

Finalmente o perfil 4, localizado próximo à margem do rio São Francisco, possui um epipedon mólico ou horizonte A chernozêmico e um horizonte de subsuperfície argílico ou B textural. Pelo sistema brasileiro a designação que mais se aproxima desse solo é Brunizem Avermelhado textura média e pela designação americana, Udic Paleustoll. O problema da classificação deste solo, tanto no sistema brasileiro como no americano, diz respeito a ocorrência de horizonte argílico aliado à posição que o solo ocupa na paisagem. O tema "paleo", do sistema americano, se refere à distribuição de argila em profundidade e também tem um significado de "velho", "antigo". Como este solo está na posição de uma pestana próximo ao rio São Francisco, isto pode significar, pelo menos em uma análise superficial, que ele foi formado recentemente. Entretanto, a ocorrência de horizonte argílico em um solo é dependente do

tempo (BUOL et alii, 1973). Estudos mais profundos, tanto geomorfológicos como pedológicos, devem ser conduzidos para elucidar tal problema.

6.5. Relação entre os solos e a paisagem

O conjunto dos dados morfológicos, físicos e químicos dos solos estudados, relacionado com as diversas posições ocupadas no relevo, possibilita a verificação de que as propriedades dos solos são funções principalmente dessa posição e da drenagem, confirmando as observações, em especial as de NYE (1954) e DANIELS (1971).

A região estudada foi retrabalhada pelo rio São Francisco, formando o nível pedimentar Pd1 de PENTEADO(1972), conforme mostrado na Figura 3. Neste material pedimentar e através de retomadas erosivas, o rio formou os terraços t1, em nível mais elevado, sede dos perfis 1 e 2, e o terraço de várzea, tv, sede dos perfis 3 e 4.

O perfil 1, situado na posição mais elevada da área do estudo, está praticamente em uma superfície mais estável. O material de origem é relativamente homogêneo, e o solo é espesso e bem drenado. Em consequência, os processos pedogenéticos, principalmente os de lixiviação (ver Quadro 5) e de dessilicatização (ver CTC da argila na Figura 10), têm agido livremente, levando o solo a apresentar um perfil bem intemperizado. A pequena concentração de bases na superfície desse perfil se deve ao processo de reciclagem (BUOL et alii, 1973).

A estrutura assume caráter grumoso, com muitos poros, muito fraca e sem evidências de iluviação, levando o solo a apresentar um perfil latossólico.

O perfil 2, correlativo com superfície geomórfica ulterior àquela em que se desenvolveu o perfil 1, já possui um grau de estrutura com alguma expressão. O processo de lessivagem já se fez presente, evidenciado pela formação de um horizonte argílico incipiente. O processo de lixiviação não é tão acentuado quanto no perfil anterior, apesar de a drenagem ainda ser boa. O perfil apresenta o aspecto de um solo de transição, e por isso classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico.

O perfil 3, localizado na várzea, com drenagem restringida, e mais jovem que o perfil 2, possui um horizonte argílico mais evoluído. Devido às características de drenagem, o grau de estrutura se acentua, porém a quantidade de cutan iluvial é pequena (JIMENEZ, 1978), sendo entretanto suficiente para possibilitar a identificação de um horizonte argílico. O intemperismo neste caso decresce de intensidade. Apesar da diferença textural ser pequena, é preciso levar em consideração que o primeiro horizonte deste solo deve ser constituído por material recente.

Finalmente o perfil 4, localizado em uma pesta na próximo ao rio São Francisco, sendo, portanto, mais jovem que os outros solos, possui drenagem mais livre que o solo anterior. Conseqüentemente, o horizonte argílico, assim como as

características de textura e estrutura, estão melhor evidenciados neste caso. Como é um solo considerado formado por materiais holocênicos, a lixiviação não é de caráter muito acentuado (Quadro 5) e o processo de adição parece ser de grande importância. A lessivagem, evidenciada pela presença de horizonte argílico neste perfil, parece ter uma influência marcante neste solo, e ela é dependente do tempo (BIRKELAND, 1974). Em outras palavras, o horizonte argílico tem sido constatado normalmente em superfícies mais velhas, instáveis e de material anterior ao Holoceno (BUOL et alii, 1973), contrariando em parte o que foi observado neste solo.

Pela eliminação do perfil 3, que possui drenagem deficiente, o exame dos demais solos evidencia que as características do horizonte argílico se acentuam desde os solos mais velhos aos mais jovens. O horizonte óxico, neste caso, ocorre na superfície mais velha, enquanto o horizonte arílico ocorre nas superfícies mais jovens.

Com base nas informações de PENTEADO (1972), as idades dos solos podem ser colocadas de acordo com a idade das superfícies (DANIELS et alii, 1971), através de correlação relativa. O perfil 1, o mais antigo da topossequência, está referido ao Pleistoceno Médio. O perfil 2 se formou em uma superfície mais recente que a anterior, provavelmente em outro evento, talvez referido ao Pleistoceno Superior. Finalmente, os perfis 3 e 4 desenvolveram-se em material mais recente, talvez no Holoceno, devido à proximidade do rio São Francisco.

7. CONCLUSÕES

- Existe uma relação entre os solos e as posições que eles ocupam no relevo, sendo que o solo mais intemperizado está localizado na superfície mais velha, enquanto os menos intemperizados ocupam as superfícies mais jovens.

- Todos os solos estudados são provenientes de material retrabalhado.

- As características morfológicas, físicas e químicas refletem a posição de ocorrência dos solos. O horizonte óxico ocorre na superfície mais velha, enquanto os argílicos ocorrem nas superfícies mais jovens.

- É possível que a ação mecânica da fração areia durante a agitação da amostra tenha contribuído para dispersar parte dos agregados de argila, levando à subestimação do grau de floculação da argila no perfil 1.

- A capacidade de troca catiônica está mais relacionada com o teor de matéria orgânica nos perfis 1, 2 e 3,

devido a baixa atividade da argila. No perfil 4, a argila de atividade alta contribui em maior grau para a capacidade de troca de cátions.

- De acordo com o processo de intemperismo ou de evolução dos solos e partindo dos solos mais jovens para os mais velhos, a seqüência encontrada é: Mollissolo, Ultissolo, Oxissolo.

- As razões de atividade do ferro decrescem ao longo dos perfis e também das superfícies mais jovens para as mais velhas, permitindo que sejam consideradas como índices de intemperismo.

- O alumínio é altamente influenciado pela drenagem, e suas razões de atividade não podem ser usadas como índices de intemperismo.

- Os conteúdos de manganês, em suas várias formas, estão sob a influência de diversos fatores, entre os quais o material de origem, teores de matéria orgânica, idade do solo e drenagem, não podendo dar indicações sobre o intemperismo dos solos.

- Estudos mais detalhados devem ser conduzidos para melhor esclarecer a ocorrência de horizonte argílico no perfil 4.

8. SUMMARY

The morphological, physical and chemical characteristics of four pedons located in a catenary esquence of the Jequitai Region, in the State of Minas Gerais, Brazil, were studied. Pedon 1, a Red-Yellow Latosol Alic moderate A horizon loamy (Typic Haplorthox) is located in the oldest surface; pedon 2, a Red-Yellow Podzolic Alic latosolic plinthic (Plinthic Paleustult) is located in a surface lower than the previous one; pedon 3, a Ground-Water Laterite Alic low clay activity moderate A horizon silty/clayey (Oxic Plinthaquult), the only poorly drained soil in the toposequence, is located in the bottomland, and finally, pedon 4, a Reddish Brunizem loamy (Udic Paleustoll), the youngest soil in the toposequence, is located in a natural levee along the São Francisco river.

The data indicated that a relationship does exist between the soils and their position in the landscape, being the more weathered soils (pedons 1 and 2) located in

the uplands, while the less weathered ones (pedons 3 and 4) are located in the lowlands. Oxic horizon occurs in the older surface, and argillic horizon in the more recent surfaces.

The occurrence of argillic horizon in pedon 4, in Holocenic material near the margin of the São Francisco river, could be better explained by more detailed geomorphological and pedological studies.

There is a relationship between the classification of soils by the American System of Classification and the stage of evolution of the soils as related to the sequence of geomorphic surfaces, so that, from the youngest to the oldest soils - pedons 4 to 1 - the sequence found is: Mollisol, Ultisol, Oxisol.

In order to study the form of occurrence of free oxides in the soils of the toposequence, iron, aluminum and manganese were extracted by sulfuric acid, sodium dithionite-citrate, sodium dithionite-citrate-bicarbonate, acid ammonium oxalate and sodium pyrophosphate. Sodium dithionite-citrate-bicarbonate seems to be a better extractor for iron and manganese, but as for the Oxisol and the Ultisol located in the contiguous geomorphic surface, one single extraction was not sufficient to remove all free oxides present. Sodium dithionite-citrate was, in general, more efficient in the extraction of free aluminum oxides. This extractor was used to estimate the activity ratio, both of aluminum and iron, although the absolute values of the latter might be lower, be-

cause the dithionite-citrate seems to provide more valid relative data in regard to the distribution of free oxides in the toposequence.

It was verified that the activity ratio of iron may be used as an index of weathering, although the organic-complexed iron values suffer the influence of both age and drainage of the soil.

The organic-complexed aluminum shows, more strongly than iron, the influence of drainage and age of the soil. The great contribution of the amorphous fraction in the total of free oxides under reduction conditions prevents the aluminum activity ratio to be considered as an index of weathering.

Under reduction conditions, the manganese behaves in an opposite manner than iron and aluminum, presenting minimum values of free oxides. In the younger soils it is totally contained in the amorphous fraction. From this soil to the older soils, the sulfuric acid provides manganese values higher than the ones obtained from other extractors.

9. LITERATURA CITADA

- ASHFORD, E.M., L.G. SHIELDS e J.V. DREW, 1972. Influence of sand on the amount of water-dispersible clay in soil. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 36(5):848-849.
- BASCOMB, C.L. 1968. Distribution of pyrophosphate-extractable iron and organic carbon in soils of various groups. Journal of Soil Science, Edinburgh, 19(2):251-268.
- BATES, T.F. 1959. Rock weathering and clay formation in Hawaii. Mineral Industry State College of Pennsylvania, Pennsylvania (29):1-6.
- BENNEMA, J. e M.N. CAMARGO. 1964. Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros; subsídios à VI. Reunião Técnica de Levantamentos de Solos. Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo. Rio de Janeiro, 50p.

- BENNEMA, J. 1966. Classification of Brazilian Soils. Report to the Government of Brazil. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 83p.
- BILZI, A.F. e E.J. CIOLKOSZ. 1977a. Time as a factor in the genesis of four soils developed in recent alluvium in Pennsylvania. Soil Science Society of America Journal. Madison, 41(1):122-127.
- _____. 1977b. A field morphology rate for evaluating pedological development. Soil Science, Baltimore, 124(1):45-48.
- BIRRELAND, P.W. 1974. Pedology, weathering and geomorphological research. New York, Oxford Press. 619p.
- BLAKE, G.R. 1965. Particle density. Bulk density. In: C. A. BLACK (ed.). Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin American Society of Agronomy, p.371-390. (Agronomy, 9).
- BLUME -H.P. e U. SCHWERTMANN. 1969. Genetic evaluation of profile distribution of aluminum, iron and manganese oxides. Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 33(3):338-444.
- BRAJNIKOV, B. 1950. Os traços estruturais do vale do São Francisco. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, IBGE. (93):1092-1093.
- BRASIL. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. 1973. Levantamento exploratório reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife, 2v (Boletim Técnico, 26).

- BUOL, S.W., S.D. HOLE e R.J. McCRAKEN 1973. Soil genesis and classification. Ames, Iowa State University Press. 360p.
- CANADÁ. Department of Agriculture. Soil Surney Committee. 1978. The Canadian system of soil classification. Ottawa, 164p. (Can. Dep. Agric. Publ. 1646).
- CRAIG, O.C. e F.C. LOUGHNAN. 1964. Geochemical and mineralogical transformation accompanying the weaghering of basic volcanic rocks from South Wales. Australian Journal of Soil Research. Melbourne, 2:218-234.
- DANIELS, R.B., E.E. GABLE e J.G. CADY, 1971. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. Advances in Agronomy. New York, 23: 51-89.
- DEMATTE, J.L.I. 1975. Characteristics and classification of a toposequence of soils near Piracicaba, Brazil. Columbus, Ohio Sate University, (Ph.D. Thesis).
- DIXEY, F. 1955. Erosion surfaces in Africa: some considerations on age and origin. Proceedings, Geological Society of South Africa. Johannesburg, 58:265-280.
- DROSODFF, M. e C.C. NIKIFDROFF, 1940. Iron-manganese concretions in Dayton Soils. Soil Science. Baltimore, 49:333-345.
- ESTADOS UNIDOS. Soil Conservation Service. Soil Surney staff. 1975. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D.C. USDA, 154p. (Agriculture Hand book, 436).

- FIELDS, M. e L.O. SWINOALE. 1954. Chemical weathering of silicates in soil formation. New Zealand Journal of Science and Technology. Wellington, 36B:140-154.
- FREITAS, R.O. 1951. Ensaio sobre o relevo tectônico do Brasil. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 13(2):171-222.
- GILLMAN, G.P. 1974. The influence of net charge on water-dispersible clay and sorbed sulphate. Australian Journal of Soil Research. Melbourne, 12:173-176.
- GILLMAN, G.P. e L.C. BELL. 1976. Surface charges characteristics of six weathered soils from tropical North Queensland. Australian Journal of Soil Research. Melbourne, 14:351-360.
- HOLMGREN, G.S. 1967. A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. Soil Science Society of America Proceedings. Madison, 31:210-211.
- HUTTON, J.T. 1977. Titanium And zirconium minerals. In: SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA (ed.). Minerals in soil environments. Madison.
- JACKSON, M.L., S.A. TYLER, A.L. WILLIS, G.A. BORBEAU e R. P. PENNINGTON. 1948. Weathering sequence of clay-size minerals in soils and sediments. The Journal of Physical and Colloid Chemistry. Washington, D.C., 52(7):1237-1259.
- JACKSON, M.L. e G.O. SCHERMAN. 1953. Chemical weathering of minerals in soils. Advances in Agronomy. New York, 5:219-318.

- JENNY, H. 1941. Factors of soil formation: a system of quantitative pedology. New York, McGraw-Hill, 281p.
- KANEHIRO, Y. e G.D. SHERMAN, 1956. Effect of dehydration-rehydration on cation exchange capacity of Hawaiian soils. Soil Science Society of America Proceedings. Medison, 20(3):341-344.
- KILMER, V.J. and L.T. ALEXANDER. 1949. Methods of making mechanical analysis of soils. Soil Science. Baltimore, 68:15-24.
- KING, L.C. 1956. A geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 18(2):147-265.
- KUNZE, G.W. 1965. Pretreatment for mineralogical analysis. In: BLACK, C.A. (ed). Methods of soil analysis. Madson, Wisc. American Society of Agronomy, 574-576. (Agronomy 9).
- LEMOS, R.C. e SANTOS, R.D. 1976. Manual de método de trabalho de campo. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 36p.
- MARCOS, Z.Z. 1971. Morphologic and physical properties of fine-textured Oxisols, State of São Paulo. Columbus, Ohio State University, (ph.D.Thesis).
- MEHRA, O.P. e M.L. JACKSON. 1960. Iron oxides removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: National Conference on Clays and Clay Mineralis. 7, Proceedings. New York, Pergamon Pres, p317-327.

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

McKEAGUE, J.A., J.E. BRYDON e N.M. MILES. 1971. Differentiation of forms of extractable iron and aluminum in soils. Soil Science Society of America Proceedings. Madison, 35: 33-38.

MILNE, G. 1935. Composite units for the mapping of complex soil associations In: International Congress of Soil Science, 3. Transactions, Oxford. Thomas Murby, v.1 p.345-347.

MILNE, G, V.A. BECKLEY, G.H. GETHIN JONES, W.S. MARTIN, G. GRIFFITH e L.W. RAYMOND. 1935. A provisional soil map of East Africa. In: International Congress of soil Science, 3. Oxford, Thomas Murby, v.1 p.266-270.

MONIZ, A.C. e M.L. JACKSON. 1967. Quantitative mineralogical analysis of Brazilian Soils derived from basic rocks and slate. Nadison, University of Wisconsin, 74p. (Wisconsin Soil Science Report, 212).

MOORE, T.R. 1973. The Distribution of iron, manganese and aluminium in some soils from North-East Scotland. The Journal of Soil Science. Oxford, 24(2):162-170.

MOTHCI, E.P. 1977. Características, gênese e aptidão agrícola de uma seqüência de solos no Planalto Central Brasileiro. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 107p. Tese de Mestrado.

- MULCAHY, M.L. 1960. Laterites and lateritic soils in South-West Australia. Journal of Soil Science. Edinburgh, 11:206-225.
- NYE, P.H. 1954. Some soil-forming processes in the humid tropics. I. A field study of a catena near Ibadan. Journal of Soil Science. Edinburgh, 5:7-21.
- _____. 1955. Some soil-forming processes in the humid tropics. II. The development of the upper slope member of the catena. Journal of Soil Science. Edinburgh, 6:51-62.
- OLLIER, C.D. 1959. A two-cyclo theory of tropical pedology. Journal of Soil Science. Edinburgh, 10:137-148.
- PENTEADO, M.M. 1972. Caracterização geomorfológica da região de Pirapora, Jequitai e Várzea da Palma. Apud. RANZANI, G., J.E.S. PESSOTTI e R.J.R. JIMENEZ. 1977. Levantamento semi-detalhado dos solos do projeto Jequitai (MG). CODEVASF - CES/ESALQ. Piracicaba (Mimeografado).
- _____. e G.RANZANI. 1973. Relatório de viagem ao médio vale do rio São Francisco. Geomorfologia. Piracicaba, 40:1-44.
- PESSOTTI, J.E.S. 1978. Mineralogia dos solos do baixo vale do rio Jequitai - Minas Gerais. Tese de Mestrado não publicada.
- PIERANTONI, H. Correlações entre argila e constantes hídricas em Latossolos do sul de Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Vitória. 1971. Rio de Janeiro, 1973, p.22. Resumos.

- RANZANI, G., J.E.S. PESSOTTI e R.J.R. JIMENEZ. 1977. Levantamento semi-detalhado dos solos do projeto Jequitaiá (MG). CO DEVASF-CES/ESALQ. Piracicaba (Mimeografado).
- RICHARDS, L.A. 1965. Physical condition of water in soil. In: BLACK, C.A. (ed). Methods of soil analysis. Madison, Wisc., American Society of Agronomy, p128-152. (Agronomy 9).
- ROSS JR., S.J., D.P. FRANSMEIER e C.B. ROTH. 1976. Mineralogy and chemistry of manganese oxides in some Indiana soils. Soil Science Society of America Journal. Madison, 40: 137-143.
- RUHE, R.B. 1960. Elements of soil landscape. In: International Congress of Soil Science, 7. Transactions, Madison, Wisc., International Society of Soil Science, v.4., p.165-170.
- SCHWERTMANN, U. 1959. Die Fraktionierte extraktion der freien eisenoxide in boden, ihre mineralogischen formen und ihre entstehungsweisen. Z. Pflanzenernähr Dung. Bodenkunde. Apud. McKEAGUE, J.A., J.E. Brydon e N.M. MILES, 1971. Differentiation of forms of extractable iron and aluminum in soils. Soil Science Society of America Proceedings. Madison, 35: 33-38.
- SCHWERTMANN, U., W.R. FISCHER e H. PAPENDORF. 1968. The Influence of organic compounds on the formation of iron oxides. In: International Congress of Soil Science, 9. Transactions. Adelaide, v.1, p. 645-655.

- SCHWERTMANN, U. e R.M. TAYLOR. 1977. Iron oxides. In: SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA (ed). Minerals in soil environments, Madison.
- SHERMAN, G.D. 1949. Factors influencing the development of laterite and lateritic soils in the Hawaiian Islands. Pacific Science. Honolulu, 3:307-314.
- SHERMAN, G.D. 1952. The genesis and morphology of alumina-rich laterite clays. In: AMERICAN INSTITUTE OF MINERAL AND METALLURGICAL ENGINEERS. Problems of clay and laterite genesis - Symposium, New York, p154-161.
- SHERMAN, G.D. 1957. Formation of gibbsite aggregates in Latosols developed on volcanic ash. Science. Washington, D. C. 125:1243-1244.
- TAMURA, T. e M.L. JACKSON. 1953. Structural and energy relationships in formation of iron and aluminum oxides, hydroxides and silicates. Science. Washington, D.C. 117:381-383.
- THORNTON, C.W. e J.R. MATHER, 1955. Publ. Climatology. 11:1-104.
- VAN RAIJ, B. e M. PEECH. 1972. Eletrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. Soil Science Society of America Proceedings. Madison, 36:587-593.
- VAN WAMBEKE, A. 1962. Criteria for classifying soils by age. Journal of Soil Science. Edinburgh, 13:124-132.
- VETTÒRI, L. 1969. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 24p. (Boletim Técnico nº 7),

A P Ê N D I C E

Descrição dos perfis

Perfil 1

Classificação - Latossolo Vermelho-Amarelo Álico A moderado
textura média.

Typic Haplorthox.

Localização - Estrada Pirapora-Montes Claros, aproximadamente
a 1 km de Guaicuí, pelo lado esquerdo, a 700
metros desta por uma secundária que leva à mar-
gem direita do rio São Francisco.

Altitude - 520 metros.

Material originário - Sedimentos areno-argilosos.

Relevo: local - Plano

regional - Suave ondulado.

Drenagem - Boa.

Vegetação - Cerrado secundário.

DESCRIÇÃO DO PERFIL

A1 - 0-12cm, bruno (7,5 YR 5/4, úmido) mosqueado bruno-es-
curo (7,5 YR 4/2) médio e distinto, 40%; areia fran-
ca; fraca média granular; muito friável, não plástico
e não pegajoso; raízes finas abundantes, médias e gros

sas comuns; galerias biológicas menores que 5mm abundantes; acumulações de matéria orgânica comuns; poros finos e médios, caóticos descontínuos abundantes; deposição de 10mm aproximadamente de areia em superfície; transição ondulada e clara.

- B21 - 12-32cm, vermelho-amarelado (5 YR 5/6, úmido); areia franca; fraca média prismática que se rompe em blocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástico e pegajoso; raízes médias e grossas abundantes; galerias biológicas menores que 10mm abundantes, algumas com paredes cerosas; poros médios oblíquos descontínuos abundantes; transição ondulada e gradual.
- B22 - 32-92cm, vermelho-amarelado (5 RY 5/6, úmido); franco arenoso; fraca média blocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástico e pegajoso; raízes médias comuns; galerias biológicas menores que 10mm comuns, algumas com acumulações de argila cimentando quartzo fino; poros médios verticais e horizontais descontínuos abundantes; transição ondulada e difusa.
- B3 - 93-150cm⁺, vermelho-amarelado (5 RY 5/6, úmido); franco-argilo-arenoso; fraca irregular em grumos; muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; raízes finas poucas; poros médios verticais contínuos abundantes.

Figura 12. Aspecto do perfil 1.

Perfil 2

Classificação - Podzólico Vermelho-Amarelo Álico latossólico
plíntico A moderado textura média/argilosa.
Plinthic Paleustult.

Localização - Estrada Pirapora-Montes Claros, aproximadamente
a 1 km de Guaicuí, penetrando-se à esquerda por
uma secundária cerca de 2.000 metros.

Altitude - 510 metros.

Material originário - Sedimentos argilo-arenosos retrabalha-
dos.

Relevo: local - Plano

regional - Plano a levemente deprimido.

Drenagem - Boa nos três primeiros horizontes e imperfeita no
último.

Vegetação - Floresta caducifólia transição a cerrado.

DESCRIÇÃO DO PERFIL

A1 - 0-8cm, Bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido); franco-arenoso; moderada média a fina flocos subangulares; muito friável, ligeiramente plástico e li

geiramente pegajoso; raízes muito finas abundantes, mé
dias poucas; poros finos caóticos descontínuos abun-
dantes; transição ondulada e clara.

Blt - 8-38cm, bruno forte (7,5 YR 5/6, úmido), franco argi-
loso; moderada grande blocos subangulares; friável,
muito plástico e muito pegajoso; raízes finas raras;
galerias biológicas menores que 10mm comuns; cerosida
de pouca; poros finos e médios verticais descontínuos
abundantes; acumulação ferruginosa vermelho-amarelado
(5 YR 5/8) 5%; transição ondulada e gradual.

IIB22 - 38-100cm, amarelo-avermelhado (7,5 YR 5/8, úmido); mos
queado vermelho (2,5 YR 4/6) 20%, médio irregular dis
tinto e abrupto; franco-argiloso; fraca média grande
prismática; muito friável, muito plástico e muito pe-
gajoso; raízes muito finas raras; galerias biológicas
menores que 5mm comuns; poros médios oblíquos descon-
tínuos abundantes; acumulações vermelhas de ferro e
argila comuns; acumulações de argila em galerias gran-
des cimentando quartzo fino; transição ondulada e gra-
dual.

IIB3 - 100-140cm, amarelo-avermelhado (7,5 YR 5/6, úmido); mos
queado vermelho (2,5 YR 4/6) 30% e bruno muito claro
acinzentado (10 YR 7/3) 10%, pequeno a médio distinto;

franco-argiloso; fraca média prismática; muito friável, muito plástico e muito pegajoso; raízes finas raras; poros finos e médios caóticos abundantes; acumulação de ferro em concreções irregulares menores que 20mm.

Figura 13. Aspecto do perfil 2.

Perfil 3

Classificação - Laterita Hidromórfica Álica argila de atividade baixa a moderada textura siltosa/argilosa. Oxic Plínthaquult.

Localização - Estrada Pirapora-Montes Claros, aproximadamente a 1 km de Guaicuí, penetrando-se à esquerda por uma secundária cerca de 2.000 metros.

Altitude - 450 metros.

Material originário - Sedimentos argilosos retrabalhados.

Relevo - local: Plano

regional: Plano, com áreas deprimidas.

Drenagem - Impedida.

Vegetação - Campina de várzea associada a áreas de cerrado ralo e de porte baixo.

DESCRIÇÃO DO PERFIL

A1 - 0-8cm, bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido); franco-argilo-siltoso; moderada média a fina blocos subangulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; raízes finas

e muito finas abundantes; galerias biológicas maiores que 10mm abundantes; poros médios e finos caóticos descontínuos abundantes; transição ondulada e clara.

Blt - 8-34cm, bruno-amarelado-claro (10 YR 6/4, úmido); mosqueado vermelho (2,5 YR 5/8) 15%, pequeno e distinto; franco-argilo-siltoso; forte média a grande blocos subangulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; cerosidade fraca pouca em alguns planos; raízes muito finas poucas; galerias biológicas menores que 10mm comuns, algumas com preenchimento de argila cimentando areia fina; poros finos caóticos descontínuos abundantes; transição ondulada e clara.

IIB2t - 34-89cm, bruno muito claro (10 YR 7/3, úmido) mosqueado vermelho (2,5 YR 5/8) de acumulação de ferro, 15%, distinto; argilo-siltoso; moderada grande prismática que se rompe em média a grande blocos subangulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; galerias biológicas menores que 10mm comuns; poros médios caóticos descontínuos abundantes; transição ondulada e gradual.

IICp1 - 89-150cm⁺, bruno muito claro (10 YR 7/3, úmido); mosqueado vermelho (2,5 YR 5/8) ferruginoso, 30%, distinto e abrupto; franco-argiloso; moderada grande prismática que se rompe em média blocos subangulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; poros médios caó

ticos descontínuos abundantes; acumulações de ferro em áreas irregulares vermelhas; seixos quartizíticos menores que 20mm dispersos no horizonte.

Perfil 4

Classificação - Brunizem Avermelhado textura média.

Udic Paleustoll.

Localização - Estrada Pirapora-Montes Claros aproximadamente a 1 km de Guaicuí, pelo lado esquerdo em estrada secundária por 5.500 metros e a 250 metros da margem direita do rio São Francisco.

Altitude - 400 metros.

Material originário - Sedimentos argilo-siltosos fluviais.

Relevo: local - Plano

regional - Plano.

Drenagem - Boa.

Vegetação - Floresta ribeirinha.

DESCRIÇÃO DO PERFIL

A11 - 0-10cm, bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido); franco-siltoso; forte média a fina blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso; raízes grossas e finas abundantes, muito grossas raras; galerias bioló-

gicas menores que 10mm abundantes, algumas preenchidas com material preto (N 2/); carvões pequenos comuns; transição ondulada e gradual.

A12 - 10-40cm, bruno-acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido); franco-siltoso; forte-média a grande blocos subangulares; friável, plástico e pegajoso; raízes grossas e finas abundantes; galerias biológicas menores que 10mm abundantes, algumas preenchidas com material preto (N 2/); poros médios e finos horizontais e oblíquos contínuos abundantes; carvões pequenos raros; transição ondulada e gradual.

A21t - 40-82cm, bruno-escuro (7,5 YR 4/4, úmido); franco-siltoso; moderada média prismática; friável, muito plástico e muito pegajoso; cerosidade moderada em planos verticais e horizontais em películas médias abundantes; raízes finas comuns; galerias biológicas menores que 10mm comuns; poros médios descontínuos caóticos abundantes; transição ondulada e gradual.

IIB22t - 82-140cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6, úmido); franco; moderada irregular em grumos; firme, plástico e pegajoso; cerosidade fraca nos planos verticais e horizontais, em películas finas, comuns; raízes finas poucas; galerias biológicas menores que 5mm poucas; poros finos e médios caóticos descontínuos comuns; transição ondulada e gradual.

IIIC - 140-200cm⁺, vermelho-amarelado (5 YR 4/8, úmido); camada solta de caráter arenoso, com presença de minerais primários intemperizáveis.