MODELOS SEQUENCIAIS DE GÊNESE APLICADOS A SOLOS DA REGIÃO DE JEQUITAI - M. G.

JAIRO ROBERTO JIMENEZ RUEDA

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ L. I. DEMATTÊ

Dissertação apresentada 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
Dezembro, 1980

Este trabalho e
integralmente dedicado aos
meus pais, esposa e filho

Beatriz R. de Jiménez

Eurípides Jiménez B.

Gladys e Roberto

que não pouparam sacrifí-
cios para permitir a fina-
lização do mesmo.

Aos meus mestres e amigos

Guido Ranzani

Octavio Freire

José L.I. Demattê

José E.S. Pessotti

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que mediante seu conhecimento e apoio, forneceram idéias das quais nasceu este trabalho, e às Instituições que o permitiram, expresso meus profundos agradecimentos. Em especial, agradeço às seguintes pessoas e Instituições:

- Dr. José L.I. Demattê, pela orientação, experiência e amizade, fundamentais para a realização deste trabalho.
- Dr. Guido Ranzani, pelo apoio moral, científico e material dado no início deste curso facilitando assim a finalização do mesmo.
- Ao Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela ajuda e incentivo para a execução deste trabalho.
- Colegas dos Departamentos de Mineralogia e Geologia Geral do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, "Campus" de Rio Claro, pelas colaborações e incentivos.
- Colegas José Ernesto Sacchi Pessotti, Laercio Tavares de Mattos, Mário Vital dos Santos, José Cândido Stevaux e Flórida, pelos auxílios na parte técnica.
- Funcionários do Departamento de Mineralogia da UNESP por sua valiosa contribuição.
- Funcionários do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ, que de modo efetivo deram suas valiosas contribuições.

- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelos ensinamentos.
- Centro de Estudos de Solos do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ, pela ajuda financeira concedida através de emprego como pedólogo auxiliar no Convênio CODEVASF-CES.
- Ao Ministério de Relações Exteriores do Brasil "ITAMARATI", pela oportunidade e ajuda financeira mediante bolsa de estudos, concedida durante um ano, no início do mestrado.
- Ao Departamento de Mineralogia e Recursos Minerais do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, "Campus" de Rio Claro, pelo incentivo e ajuda para a finalização deste curso.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	xv
SUMMARY	xviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA	4
2.1. Localização	4
2.2. Fatores de formação dos solos	6
2.2.1. Clima	6
2.2.2. Vegetação.....	10
2.2.3. Relevo	12
2.2.4. Tempo	13
2.2.5. Material parental	14
2.3. Geologia geral	15
2.4. Geomorfologia geral	20
2.5. Solos	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1. Seleção da área de estudo	31
3.2. Determinações físicas e químicas	33
3.2.1. Determinações físicas	33
3.2.2. Determinações químicas	35
3.3. Modelos sequenciais e de profundidade	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41

Página

4.1. Aspectos geomorfológicos	41
4.2. Relações fisiográficas - solos	48
4.3. Processos pedogenéticos	55
4.3.1. Remoção e acúmulo de constituintes solúveis na água	55
4.3.2. Adições e transformações da matéria orgânica	56
4.3.3. Transformação e translocação	57
4.4. Solos da paisagem fluvial recente	58
4.4.1. Planície de inundação (A-1.)	59
4.4.2. Solos do dique marginal (A-1.1.)..	59
4.4.3. Solos de terraço muito baixo (A-2.1.)	91
4.4.4. Solos de terraço alto (A.2.2.)....	120
4.5. Solos de paleopaisagem	150
4.5.1. Paisagem paleofluvial	151
4.5.2. Solos do pediplano baixo ligeira - mente dissecados	151
5. CONCLUSÕES	180
6. LITERATURA CITADA	182

LISTA DE QUADROS

Página

1 - Dados climáticos da região de Pirapora (período 1931 a 1960)	8
2 - Relações físicas das legendas fisiográficas e de solos com materiais de origem e idades relativas	49
3 - Características pedogeoquímicas do Pedon 1 ...	63
4 - Distribuição de partículas por tamanho e propriedades físico-químicas Pedon 1	69
4.1- Distribuição de partículas por tamanho livres de argila	72
4.2- Peso por unidade de volume de alguns constituintes móveis	73
4.3- Peso por unidade de volume de constituintes menos instáveis e mais estáveis	74
5 - Pedon 1 calculando em base a uma espessura constante de 5 cm para cada horizonte.....	81
6 - Características pedogeoquímicas do Pedon 2	95
7 - Distribuição de partículas por tamanho e propriedades físico-químicas do Pedon 2	102
7.1- Distribuição de partículas por tamanho livres de argila	105

7.2-	Peso por unidade de volume de alguns consti- tuintes mōveis	106
7.3-	Peso por unidade de volume de constituintes menos instāveis e mais estāveis	107
8 -	Modelos sequenciais ou pedolōgicos (calculan- do em base a uma espessura constante de 5 cm para cada horizonte)	112
9 -	Caracterīsticas pedogeoquīmicas do Pedon 3 .	124
10 -	Distribuiçāo de partīculas por tamanho e pro- priedades fīsico-quīmicas do (Pedon 3).....	130
10.1-	Distribuiçāo de partīculas por tamanho livres de argila	133
10.2-	Peso por unidade de volume de alguns consti- tuintes mōveis	134
10.3-	Peso por unidade de volume de constituintes menos instāveis e mais estāveis	135
11 -	Modelos sequenciais ou pedolōgicos (calculan- do em base a uma espessura constante de 5 cm para cada horizonte)	142
12 -	Caracterīsticas pedogenēticas do Pedon 4 ...	155
13 -	Distribuiçāo de partīculas por tamanho e pro- priedades fīsico-quīmicas do (Pedon 4)	160

13.1-	Distribuição de partículas por tamanho livres de argila	163
13.2-	Peso por unidade de volume de alguns constituintes móveis	164
13.3-	Peso por unidade de volume de constituintes menos instáveis e mais estáveis	165
14 -	Modelos sequenciais ou pedológicos (calculando em base a uma espessura constante de 5 cm para cada horizonte)	172

LISTA DE FIGURAS

Página

1 - Localização da área e dos Pedons na paisagem do Projeto Jequitai (MG)	5
2 - Médias mensais de precipitação, evapotranspiração potencial e temperatura, segundo metodologia de Holdrige e Thornthwaite's	9
3 - Mapa geológico do Norte de Minas Gerais	16
4 - Ocorrência das superfícies geomórficas na área de estudo e sua relação geológica	42
5 - Geomorfologia da Serra da Onça - Barra do Guaiçu (MG)	45
6 - Localização dos Pedons e distribuição dos principais horizontes e materiais de origem em relação a paisagem	47
7 - Localização dos Pedons e suas relações com a paisagem	50
8.1- Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição da Densidade aparente em g/cm^3 : (a); Areia fina mais muito fina livre de argila em mg/cm^3 : (b); Titânio mg/cm^3 e Sílica total em mg/cm^3 (d); Pedon 1	65

8.2- Modelos de profundidade estabelecidas mediante a distribuição do Alumínio total mg/cm^3 (a); Ferro total mg/cm^3 (b); Índice Ki (c); e Carbono orgânico mg/cm^3 (d). Pedon 1	66
8.3- Modelos de profundidade estabelecidas mediante a distribuição da Argila total mg/cm^3 (a); Capacidade de troca catiônica da argila mg/cm^3 (b); Bases trocáveis mg/cm^3 (c); e Argila dispersa em água mg/cm^3 (d). Pedon 1.	67
8.4- Modelos de profundidade estabelecidas mediante a distribuição do Alumínio trocável mg/cm^3 (a); e Ferro livre mg/cm^3 (b). Pedon 1	68
9 - Funções de profundidade dos elementos estáveis, metaestáveis e móveis caracterizados nos modelos de sequência pedológica	77
10 - Relações das paisagens com a textura dos solos..	89
11.1- Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição da Densidade aparente em g/cm^3 (a); Areia fina mais muito fina livre de argila em mg/cm^3 (b); Titânio mg/cm^3 (c); e Sílica total mg/cm^3 (d). Pedon 2	98

11.2 - Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição do Alumínio total mg/cm^3 (a) ; Ferro total mg/cm^3 (b); Índice Ki (c); e Carbono orgânico mg/cm^3 (d). Pedon 2	99
11.3 - Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição da Argila total mg/cm^3 (a); Capacidade de troca catiônica da argila mg/cm^3 (b); Bases trocáveis mg/cm^3 (c); e Argila dispersa em água mg/cm^3 (d). Pedon 2	100
11.4 - Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição do Alumínio trocável mg/cm^3 (a); e Ferro livre mg/cm^3 (b). Pedon 2	101
12 - Funções de profundidade dos elementos estáveis; metaestáveis e móveis caracterizados nos modelos da sequência pedológica	111
13.1 - Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição da Densidade aparente em g/cm^3 (a); Areia fina mais muito fina livre de argila em mg/cm^3 (b); Titânio mg/cm^3 (c); e Sílica total mg/cm^3 (d). Pedon 3	126

13.2	- Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição do Alumínio total mg/cm^3 (a); Ferro total mg/cm^3 (b); Índice Ki (c); e Carbono orgânico mg/cm^3 (d). Pedon 3	127
13.3	- Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição da Argila total mg/cm^3 (a); Capacidade de troca catiônica da argila mg/cm^3 (b); Bases trocáveis mg/cm^3 (c); e Argila dispersa em água mg/cm^3 (d). Pedon 3	128
13.4	- Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição do Alumínio trocável mg/cm^3 (a); e Ferro livre mg/cm^3 (b). Pedon 3	129
14	- Funções de profundidade dos elementos estáveis, metaestáveis e móveis caracterizados nos modelos de sequência pedológica	141
15.2	- Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição do Alumínio total mg/cm^3 (a) ; Ferro total mg/cm^3 (b); Índice Ki (c); e Carbono orgânico mg/cm^3 (d). Pedon 4	157

15.3	- Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição da Argila total mg/cm^3 (a); Capacidade de troca catiônica da argila mg/cm^3 (b); Bases trocáveis mg/cm^3 (c); e Argila dispersa em água mg/cm^3 (d). Pedon 4	158
15.4	- Modelos de profundidade estabelecidos mediante a distribuição do Alumínio trocável mg/cm^3 (a); e Ferro livre mg/cm^3 (b). Pedon 4	159
16	- Funções de profundidade dos elementos estáveis, metaestáveis e móveis caracterizados nos modelos de sequência pedológica	171

MODELOS SEQUENCIAIS DE GÊNESE APLICADOS A SOLOS DA REGIÃO DE JEQUITAI - M.G.

Orientado: Jairo R. Jiménez R.

Orientador: José L.I. Demattê

RESUMO

O presente trabalho tem como principal objetivo a aplicação dos modelos pedogenéticos de MADERO (1977) e ARNOLD (1976a), para facilitar o entendimento das características e classificações dos solos que ocorrem dentro da faixa climática subtropical de uma região localizada no Vale do rio Jequitai ao nordeste do Estado de Minas Gerais.

Problemas referentes a uniformidade do material de origem e estágio de desenvolvimento dos solos foram levantados uma vez que estes solos apresentam evidências de eluviação-iluviação de argilas, distribuição esta associada com descontinuidades litológicas e solos enterrados e/ou paleosolos.

Os modelos pedogenéticos, sequenciais e de profundidade acima citados foram designados para as mesmas condições sob as quais o solo está se desenvolvendo no Vale do rio Jequitai (M.G.). Isto foi usado como uma hipótese de trabalho para examinar com algum detalhe os quatro pedons considerados como representativos da área em estudo.

A aplicação dos modelos pedogenéticos demonstrou ser efetiva evidenciando a multiplicidade de eventos sedimentares, que contribuíram para o estabelecimento das paisagens e para a evolução dos solos. Ao mesmo tempo detectou-se mais que um sistema de solos enterrados e/ou paleosolos, com vários estágios de desenvolvimento, indicando que vários ciclos de erosão, deposição e formação de solos estiveram presentes durante a evolução dos solos na paisagem.

O desenvolvimento e situação na paisagem dos solos, está regulado pela estabilidade de cada uma das unidades fisiográficas em relação a seu ambiente ecodinâmico (TRICART), correspondendo a meios estáveis das superfícies quando os processos pedogênicos dominam os morfogênicos, podendo apresentar-se uma estabilidade relativamente recente das paleo-paisagens onde se apresentam os pedons 4 - Latossol Vermelho Amarelo (Pe diplanos ligeiramente dissecados) e 3- Solo Podzólico Vermelho Amarelo (terraços altos). Por sua vez os pedons 2 e 1 apresentam-se numa paisagem recente e temporariamente instável onde existe um moderado equilíbrio entre os processos de pedogênese-morfogênese, caracterizando um meio intergrade para o pedon 2 (terraços muitos baixos) solos Glei Pouco Húmico, e para o pedon 1 (diques marginais) Brunizem Avermelhado. Estes ciclos ou épocas de estabilidade ou não estão sendo atribuídos a oscilações paleoclimáticas durante a época Plio-pleistocênica para os pedons 4 e 3 e Plioceno-Holoceno para os pedons 2 e 1.

Os resultados demonstram que a aplicação de tal metodologia em solos das regiões tropicais é viável, inclusive auxiliando na separação das paisagens, evidenciando descontiuidades litopedológicas diferenciando assim as diversas histórias pedológicas.

SEQUENTIAL PEDOGENIC MODEL APPLIED IN SOILS OF JEQUITAÍ
REGION - M.G.

Candidate: Jairo R. Jiménez R.

Adviser: José L.I. Demattê

SUMMARY

This work was carried out with the objective of utilization the sequential pedogenic model developed by MADERO (1977) and ARNOLD (1976a) in subtropical soils located in Jequitaí Valley in the northeast part of Minas Gerais State, Brazil.

Questions about the uniformity of the parent material and the stage of soil development had been raised because the soils appear to show eluvial-illuvial clay distribution associated with lithologic discontinuities and buried soils and/or paleosols.

A sequential pedogenic model was designed for the same conditions under which the soil now occur in the Jequitaí Valley. It was used as a working hypothesis to examine in some detail four pedons thought to be representative of the study area.

The application of the pedogenic model proved to be effective because it demonstrate that multi-storied sediments dominate the soil landscape. At the same time more than one buried soil system with several stages of development were detected indicating that various cycles of erosion-deposition soil formation have been present in the soil landscape.

Soil formation is thought to correspond with stable periods of the landscape when pedogenic processes dominate over geomorphic processes. In this case Pedon 4 (Red Yellow Latossol) and Pedon 3 (Red Yellow Podzolic Soil) belong to this period. The reverse occur during the umtable periods when deposition and erosion processes dominate over pedogenic processes and in this case Pedon 2 (Low Humic Gley Soil) and Pedon 1 (Reddish Brunizen) are examples of this period. These cycles have been attributed to paleoclimatic oscillations during the Plio-Pleistocene epoch for Pedons 4 and 3 and Pliocene-Holocene epoch for Pedons 2 and 1.

The results showed that is viable the application of the pedogenic model in the tropics region.

1. INTRODUÇÃO

Durante a realização do Levantamento Semi-Detalhado de Solos da região do rio Jequitaiá, nordeste do Estado de Minas Gerais, realizado pela Equipe do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ, algumas questões foram levantadas a respeito do desenvolvimento de alguns pedons assim como da evolução sequencial dos solos em relação a posição atual do rio.

Nos trabalhos de campo foi muito discutida a presença de horizontes argílicos sobre ôxico, assim como a ocorrência de plintita. Alguns pedólogos atribuíram, a certos pedons, uniformidade do material de origem enquanto outros discordaram, atribuindo caráter poligenético.

Um melhor entendimento dos processos genéticos pelos quais os solos da região tem passado assim como sua atual

composição não deixa de ser importante, possibilitando com isso, avanços nos estudos pedológicos em regiões mais secas e fornecendo elementos básicos para o futuro manejo destas terras.

O histórico geomorfológico da área não deixa de ser complexo, haja visto os trabalhos de PENTEADO e RANZANI (1970), e as discordâncias entre os autores também é frequente.

Baseado em tais fatos foi proposto a execução deste trabalho, tendo como principais objetivos os seguintes tópicos:

a. Estabelecimento das relações entre fisiografia e solos, mediante a interpretação das fotografias aéreas da região, onde foram identificadas e separadas as diversas paisagens, as quais por sua vez foram subdivididas em subpaisagens e suas respectivas unidades fisiográficas.

b. Aplicação dos modelos sequenciais de gênese (MADERO, 1977), foi feita para melhor estudar e explicar as diversas hipóteses de desenvolvimento genético dos solos e das descontinuidades litológicas dos materiais expostos à interação dos fatores e processos de desenvolvimento dos solos, mediante o uso de dados químicos, físicos e mineralógicos que permitam o estabelecimento dos diversos índices e/ou avaliação quantitativa dos constituintes dos solos, facilitando a identi

ficação das mudanças que podem ter lugar durante o desenvolvimento do mesmo, permitindo manter e/ou modificar as considerações preliminares no referente as designações dos horizontes do solo e as possíveis mudanças na ação dos diversos eventos geomórficos.

c. Fornecimento de novos enfoques através de melhores entendimentos da distribuição dos solos na área, que deverão contribuir nas operações de levantamentos de solos em áreas com problemas análogos.

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

2.1. Localização

A área em estudo está localizada na transição do alto ao médio vale do Rio São Francisco, dentro da zona climática tropical, moderadamente úmida a leste, para semi-árida na parte sudeste do Brasil, sendo incluída nas terras baixas do alto curso do Rio São Francisco, região sub-úmida (RANZANI, 1977). Situa-se ao norte do Estado de Minas Gerais, pertencendo ao município de Várzea da Palma e, encontra-se nas proximidades da Vila da Barra do Guaicui.

A área está definida geograficamente pelas coordenadas $17^{\circ}11'34''$ de latitude sul e $44^{\circ}50'15''$, longitude W.Gr. As elevações com referência ao nível do mar, são de 465 a 550 m, e correspondem ao Vale do São Francisco (Figura 1).

FIG.1- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA E DOS PEDONS NA PAISAGEM DO PROJETO JEQUITAI (M.G.).

2.2. Fatores de formação dos solos

O solo, é um produto da interação de fatores e processos, os primeiros controlando os segundos e, determinando com isto, a sua intensidade, representada nesse corpo natural, pelos seus horizontes diagnósticos e/ou características diferenciadoras. Por tal razão, se faz necessário o estudo dos fatores, para com base nisto, poder entender melhor a relação solos-paisagem.

2.2.1. Clima

O clima, influi na formação do solo, controlando a ação biológica e as reações químicas e físicas que estão tendo lugar dentro do solo.

O clima da área em estudo, pode ser classificado no sistema Morh, dentro do grupo V, caracterizado por estação seca marcada com 4 a 5 meses secos (maio até setembro), 1 a 4 meses úmidos (novembro até março), e 2 a 7 meses intermediários (abril a outubro). A evaporação excede a precipitação na maior parte do ano, e o solo seca-se profundamente.

No sistema Holdridge, esta área é classificada no piso altitudinal tropical, região latitudinal tropical, pro

vência de umidade sub-úmido e formação vegetal de bosque seco, tendo como base os dados apresentados no Quadro 1.

Pelo sistema Köppen, a área é classificada dentro da zona climática Aw, que reflete uma distribuição periódica das chuvas e, corresponde a uma alternância úmid-seco tropical em florestas decíduas e/ou savanas.

Já no sistema de classificação de Thornthwaite's, corresponde à categoria C (sub-úmido), tomando os dados do Quadro 1 apresentados por RANZANI et alii (1977).

O clima da região é caracterizado por uma precipitação anual de 1.145 mm e uma evapotranspiração calculada de 1.373 mm, distribuídos assim: meses chuvosos (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março) com 970 mm, e correspondendo a 85 % da precipitação anual; meses secos (abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro) com 175 mm, e correspondendo a 15 % da precipitação anual.

O mês mais seco é agosto com 1 mm de precipitação, enquanto o mais chuvoso é dezembro, com 278 mm. (Figura 2).

A temperatura média anual é $23,3^{\circ}\text{C}$, enquanto as médias dos meses mais chuvosos e mais secos foram, respectivamente de $20,3^{\circ}\text{C}$ e $24,6^{\circ}\text{C}$ sendo, portanto, a sua diferença inferior a 5°C .

Quadro 1 - Dados climáticos da região de Pirapora (período 1931 a 1960).

Meses	Precipitação (mm)	Temperatu_ ra (°C)	Evapotr.Potencial E = 4.92 T °C (mm) método Holdridge	Precipitação menos Evapotranspi_ ração (mm)	Evapotr. Poten- cial (mm) méto- do Thornthwaite	Precipitação me- nos Evapotrans- piração (mm)
Janeiro	220	24.7	121,5	98,5	126	94
Fevereiro	143	24.9	122,5	20,5	112	31
Março	127	24.7	121,5	5,5	118	9
Abril	63	23.5	115,6	-52,6	95	-32
Mai o	11	21.3	104,8	-93,8	73	-62
Junho	3	19.9	97,9	-94,9	57	-54
Julho	3	19.7	96,9	-93,9	58	-55
Agosto	1	21.5	105,8	-104,8	75	-74
Setembro	19	24.1	118,6	-99,6	105	-86
Outubro	75	25.3	124,5	-49,5	126	-51
Novembro	202	24.9	122,5	79,5	123	79
Dezembro	278	24.4	120,0	158,0	121	157
ANO	1.145	23.2	1.372,5	-227,1	1.189	-44
Total Estacional						
	Precipitação (mm)	Evapotranspiração (mm)	Precipitação-Evaporação (mm)	Evapotrans piração (mm)	Precipitação-Evapo- transpiração (mm)	
Seco	175	764,5	-589,1	589	-414	
Úmido	970	608,0	362,0	600	370	
ANO	1.145	1.372,5	-227,1	1.189	-44	

Fig.2 - Médias mensais de Precipitação, Evaporação Potencial e Temperatura, segundo Metodologia de Holdridge e Thornthwaite's .

2.2.2. Vegetação

Segundo o sistema Beard de classificação de formações vegetais climax, a vegetação da área de estudo corresponde a séries denominadas de:

1. Formação estacional, bosque estacional decíduo, bosque baixo, dois extratos, para as áreas mais elevadas (Pedons 3 e 4 apresentados nas Figuras 1 e 7):
  - a. 18 m, descontínuo em sua maioria caducifolia;
  - b. 9 a 3 m, em grupos perenifolia baixo, galhos entortados, poucos(as) cipós ou epífitas, escassas palmeiras. Folhas simples, em sua maioria de cor clara, pubescentes, não brilhantes, suaves. Escassa vegetação superficial, flora pobre.
Habitat: solo com drenagem livre, estação seca marcada.
Luz e temperatura ótimas.
2. Para a área próxima ao Rio São Francisco, a vegetação corresponde a séries de formações diferentes para cada um dos pedons (Figuras 1 e 7)

O pedon 1 apresenta-se na série de formações estacionais bosque estacional decíduo, bosque baixo, dois extratos:

- a. 18 m, descontínuo, na sua maioria caducifolia;
- b. 3 a 9 m, em grupos, perenifolia baixos, galhos tortos, pouco cipós ou epífitas, escasas palmeiras, alguns palmitos. Folhas simples, na sua maioria de cor clara, pubescentes não brilhantes, suaves. Escassa vegetação superficial, flora pobre.

Habitat: solo com drenagem livre, estação seca marcada.

Luz e temperatura ótimas.

O pedon 2 é dominado pela série de formações de pântano estacional, campo cerrado com árvores pequenas e tortas.

Habitat: apresenta encharcamento e secamento estacional, geralmente devido à topografia plana, ou pela presença de um horizonte argiloso e/ou ferruginoso. Estação seca, débil a marcada.

As duas séries de formações podem ocorrer misturadas nas encostas dos diques de transição para as várzeas (bassins). Fato similar, ocorre com a posição do pedon 2 (terraço), no qual apresentam-se uma transição para as formações vegetais dos pedons 3 e 4.

A classificação das formações vegetais climax , feita mediante o sistema de Beard, apresenta uma boa relação com os dados obtidos no gráfico climático da Figura 2, que mostra épocas de rearmazenamento (R), excesso (E), utilização (U) e deficiência (D) de água no solo. Levando-se em consideração os dados de precipitação e evapotranspiração potencial, tanto no sistema Holdridge, como também no sistema Thornthwaite's, a área em estudo apresenta uma marcante deficiência de água nos meses de junho até outubro, onde as formações vegetais, como as culturas, deverão apresentar problemas de seca fisiológica, enquanto que o solo apresenta seca física.

2.2.3. Relevo

O relevo apresenta formas positivas e negativas. As primeiras dominam nas paleo-paisagem e as segundas na paisagem mais recentes.

Em geral, o relevo das paleo-paisagem é de ligeiramente a fortemente ondulado em toda a área de estudo, entretanto, para a topossequência em questão, o relevo característico é ligeiramente ondulado.

Para as paisagens mais recentes, varia de acordo com a estabilidade da paisagem, sendo assim que os terraços altos, apresentam relevos ligeiramente ondulados, os terraços muito baixos, relevos mistos, entre plano e deprimido, correspondendo ao terraço o relevo plano, e as áreas deprimidas aos basins. Os diques, localizam-se no relevo convexo, com topo plano, planície de inundação.

2.2.4. Tempo

É um elemento difícil de julgar, entretanto, é possível dizer que as paleo-paisagens, podem ter sido desenvolvidas entre o Plioceno e final do Pleistoceno e que, as paisagens recentes se originaram entre finais do Pleistoceno e o Holoceno mais recente.

Isto é possível, devido a presença de solos mais evoluídos na paleo-paisagem, do tipo latossolo, e na paisagem recente, pela presença de solos Gley.

2.2.5. Material de origem

Os materiais que deram origem aos solos desta topossequência, são materiais originários dos diversos ciclos de erosão (Sulamericano, Velhas e a ação mais recente do Rio São Francisco), que geralmente ocorrem capeando todas as unidades geológicas, presentes na área de estudo; coberturas essas do tipo detrítico, geralmente cascalhentas (areno-argilosas) que se apresentam em diversos níveis, em especial recobrando as posições mais altas da Serra da Onça.

Nas regiões médias do vale ocorrem coberturas constituídas por areias e argilas residuais, mostrando laterizações incipientes, que apresentam morfologia suave, sem que sobressaia no relevo regional. Atingem cotas entre 500 e 600 m e mostram vários níveis, onde os ciclos erosivos atuaram. (Figura 4).

Na parte baixa do vale dominam os sedimentos mais recentes, acumulados ao longo dos cursos da água. Tais depósitos são predominantemente siltosos, com pouca contribuição de areias residuais e podendo ser considerados sem detritos.

2.3. Geologia Geral

Os materiais parentais, dos diversos solos que se apresentam na paisagem fluvial recente, são constituídos por sedimentos provenientes da atividade dos rios e dos diversos materiais transportados pelos seus afluentes, vindo das serras localizadas a leste e ao sul da área em estudo.

Além das formações geológicas que influem diretamente o material parental dos solos na área reportadas por poucos trabalhos de pesquisa, referentes a este aspecto, sendo de importância os de PONÇANO e PAIVA (1972) e MATOS e CUNHA (1977), os quais constatarem a presença dos seguintes grupos e formações (Figura 3):

Grupo Espinhaço: constituído essencialmente por quartzitos, arenitos, conglomerados e filitos e alguns metabasitos na Serra do Espinhaço. A serra do Cabral é formada por arenitos, quartzitos friáveis e argilitos.

Formação Jequitaí: considerada por MATTOS e CUNHA (1977), como constituída não somente pelos diamictitos da região de Jequitaí como também por arenitos conglomeráticos, que se encontram assentados sobre quartzitos em toda a borda ocidental e oriental da Serra do Cabral, estendendo-se para o norte da Água Fria.

LEGENDA

CENOZOICO	Q	Aluviões - areias inconsistentes intercalados com níveis argilosos
	TO	Coberturas deítico-lateríticas, areias, siltes, argilas, lateritos, etc.
	T	Depósitos terciários - sedimentos arenosos amarelados o avermelhados
PE SUPERIOR	Gr. Bombui	
	PEbi	Fm. Três Marias - arcóseos, siltitos, arenitos finos.
	PEbp	Fm. Poroopeba - calcários (c), ordósios (o), filitos (f), siltitos, arcóseos, margos, folhelhos.
	PEbpo	Fm. Poronó - quartzitos, arenitos, metasilitos. Goiás - Minas Gerais
	PEc	Gr. Conostro - filitos (f), quartzitos (q).
	PEo	Gr. Araxá - biotitozistos, muscovitozistos.
MESOZOICO	Ku	Fm. Urucui - arenitos rosados o avermelhados, intercalações de folhelhos.
	Ko	Fm. Areado - arenitos rosados com estrolificação cruzada, conglomerados basol.
	Serro Cobrol - Serro do Espinheiro.	
	PEj	Fm. Jequitai - diomiclitos, arenitos filitos
	PEe	Gr. Espinheiro - arenitos quartzitos (q), conglomerados (cg), filitos (f).
PE INFERIOR/MÉDIO	PEm	Gr. Macaúbas - quartzitos conglomeráticos, quartzitos, filitos, micaístos.
	PE	Complexos - granitos, gnaisses, xistos

Fig. 3 - Mapa Geológico do Norte de Minas Gerais

PONÇANO e PAIVA (1972), consideram a formação representada por diamictitos, localmente caracterizados como tilitos e repousando em discordância sobre as rochas do Grupo Minas.

Grupo Bambuí: MATTOS e CUNHA (1977), adotam a nomenclatura e/ou denominação elaborada por BRAUN (1968) para este vasto grupo litológico, como Formação Paranoã a mais inferior, Formação Paraopeba intermediária, e Formação Três Marias, no topo. Destas formações, é importante na área em estudo, as Formações Paraopeba e Três Marias.

Formação Paraopeba: englobando os calcários da Formação Sete Lagoas, os membros da Serra Santa Helena, Lagoa do Jacaré e Serra da Suadade, apresentam litologia bastante variada, na qual são incluídos calcários, arenitos, quartzitos, arcósios, conglomerados, filitos, folhelhos, siltitos, margas, dolomitos, ardósias e argilitos. Por sua vez, eles subdividem a Formação em dois setores, oriental e ocidental, devido as suas variações em litologia.

Para a área em estudo é de interesse o setor oriental, no qual a Formação é representada por ardósias e calcários (que ocorrem perto da Barra do Guaicuí).

Formação Três Marias: são litologias essencialmente horizontais, assentando-se nas rochas da Formação Parapeba.

As litologias componentes desta Formação, são siltitos, arcósios e arenitos finos, às vezes, calcíferos.

Formação Urucuia: assenta-se em discordância erosiva, sobre as rochas do Grupo Bambuí.

Estes sedimentos cretáceos revelam dominância de arenitos, incluindo localmente conglomerados, com espessuras variáveis, não ultrapassando 100 metros.

Devido aos efeitos causados pelos ciclos erosionais, estes sedimentos se apresentam retalhados, com morfologia bem horizontal e distribuídos irregularmente.

A silicificação e/ou laterização dos arenitos os tornou bem resistentes, permitindo assim, que chapadas extensas e mesetas com escarpas abruptas se preservassem como testemunho na paisagem geral, o que constitui a característica marcante destes sedimentos do Cretáceo Superior.

Coberturas Terciário-Quaternário: ocorrem capeando todas as unidades geológicas, tanto rochas do Grupo Bambuí, como do Grupo Espinhaço a leste e os terrenos elevados a oeste de Goiás.

Coberturas detríticas, geralmente cascalhentas (areno-argilosas), que se encontram em diversos níveis, localizadas ou não. São sedimentos de grande distribuição e consideráveis espessuras (chegando a atingir 10 a 15 metros), sendo expressivos nas regiões drenadas pelos rios São Francisco, Jeiquitaí e das Velhas, nas quais se distribuem em extensas chapadas.

Geralmente nas regiões baixas dos vales as coberturas são constituídas por areias residuais, mostrando laterização incipiente. Estes componentes apresentam morfologia suave, sem expressões que sobressaíam no relevo regional, atingindo cotas entre 550 e 600 m, e mostrando também vários níveis, onde os ciclos erosivos atuaram.

Depósitos Quaternários: são sedimentos aluviais recentes, acumulados ao longo dos cursos de água, ocupando suas calhas ou constituindo terraços.

Tais depósitos são cascalhentos (areno-argilosos) e/ou limosos, constituindo as formas de banco de areia e cascalho, nos rios São Francisco e Velhas.

Alguns destes depósitos podem ser considerados como sem detritos, sendo difícil a sua separação das formas mais antigas e ocorrendo, especialmente em terraços a diferentes níveis.

2.4. Geomorfologia geral

Segundo KING (1956), pode-se compreender a geomorfologia brasileira somente sob a concepção de um desenvolvimento ordenado por ciclos de erosão subsequentes.

Assim, o elemento fundamental do cenário brasileiro foi uma vasta planície, denominada Planalto Brasileiro por AB'SABER (1968), individualizado por duas províncias morfoestruturais: o Planalto Central, caracterizado pela depressão periférica sanfranciscana, e o Planalto Oriental representado pela Serra do Espinhaço e planaltos do leste, produto da denudação, entre o Cretáceo Inferior (KING, 1956) e o Terciário Médio (BRAUN, 1971), sendo posteriormente reduzido a um planalto dissecado pela erosão policíclica, que originou vales em quase toda a superfície. É uma vasta peneplanação, que concor-

da com superfícies de deposição, nos confrontos andinos e abaixo das pampas argentinas, denominada Peneplanação Sulamericana.

O Ciclo Sulamericano atuou durante longo tempo , permitindo que superfícies anteriormente aplainadas, sobrevivessem, apresentando-se poucos remanescentes de ciclos pré-terciários, que ainda são visíveis, como testemunhas de vários , aplainamentos cíclicos anteriores, e com uma distribuição tal que mostra a redução das primitivas paisagens, numa escala que atingiu todo o país.

Os ciclos de erosão, que sucederam ao Ciclo Sulamericano e que atuaram durante o Terciário Superior e/ou Quaternário, após os soerguimentos epirogênicos do Terciário Médio, posteriormente são marcados pelo entalhamento e abertura de vales que destruíram a maior parte do planalto produzido pelo Ciclo Sulamericano, ocupando agora quase toda a paisagem. O ciclo de erosão denominado Velhas, que sucedeu imediatamente ao Ciclo Sulamericano, atingindo o nível de base no Terciário Superior, apresenta-se tipificado sob a forma de vales que dissecam o planalto produzido pelo Ciclo Sulamericano, representado pelos tabuleiros ou superfícies cíclicas denominadas "Velhas", acumulando-se sobre essa superfície de erosão uma espessa cobertura de argilas e areias pliocênicas.

Portanto, as formas pós-paleozóicas apresentam duas grandes classes de feições morfológicas: a primeira de agradação, caracterizada pelos extensos aluviões da Bacia Amazônica; e a segunda, pela degradação das chapadas e planaltos dissecados de Minas Gerais, estes últimos recobertos por areias e cascalheiras cretáceas. Os aplainamentos ocorrem a várias altitudes sobre o nível do mar, devido a que uma única superfície foi inclinada consistentemente numa direção, porque duas ou mais superfícies aplainadas ocorrem superpostas em níveis diferentes. Isto, mostra que a superfície evoluiu e evolui pela regressão de escarpas e pedimentação nas planícies mais jovens. Onde o aplainamento foi mais prolongado, os depósitos superficiais e solos profundos são generalizados, contribuindo isto para definir a origem e desenvolvimento dos múltiplos pedimentos (pediplanícies). Cada planície aplainada virtualmente inalterada, até que, alcançada, é destruída pela escarpa do ciclo de erosão subsequente, abaixo e além do qual se desenvolve a pediplanície do novo ciclo.

Cada um dos ciclos de erosão é gerado pelo soerguimento de um bloco subcontinental, resultando dois grupos de feições morfológicas: uma relacionada à linha da costa e outra ao sistema de drenagem. Este último grupo se desenvolve onde os rios mais importantes e seus tributários estão afundados na superfície soerguida anteriormente, na qual o aplainamento devido ao Ciclo Sulamericano foi reduzido a um planalto disse-

cado pelos tributários regredindo as vertentes, em direções opostas, o restante do planalto anterior se reduz rapidamente, de modo que as vertentes regressivas ao Ciclo das Velhas (Terciário Superior) destroem as chapadas do Ciclo Sulamericano.

A sucessão de superfícies de denudação e agradção, desde o Paleozóico Médio, apresentam duas séries de formas de relevo, originadas pelos dois ciclos (denudação e agradção), de cuja combinação resultam as sequências que definem a história evolutiva da paisagem desde a emersão dos vastos mares silurianos (Bambu). A presença de fósseis, nos membros sedimentares, facilita a datação das duas sequências, assim:

Carbonífero-devoniano: época em que se retiram os vastos mares silurianos, ficando tão só pequenas áreas inundadas na Amazônia, Goiás e Paraná, e uma superfície cujo relevo variou de moderado a baixo.

Triássico-carbonífero: predominantemente uma fase de sedimentação sobre massa continental em processo de afundamento (subsidência). Acumulação de rochas do tipo Gondwana iniciando com tilitos, rochas de clima temperado frio e, finalmente rochas de clima temperado quente (série Estrada Nova), ausência de série marinha.

Triássico, em regime desértico, se apresenta com uma superfície de agração, representada pela discordância na base da série Botucatu, mais ao norte do deserto Sambaíba (BRAUN, 1971), a qual poucos detalhes são conhecidos, é de grande extensão e relevo baixo.

Triássico superior, com arenitos vermelhos da série Botucatu, seguidos por vastos derrames basálticos nos Estados do Sul.

Jurássico, na maior parte do Brasil, é desenvolvida uma superfície de erosão apresentando aplainamento intenso, e por sua vez, representando o ciclo de denudação Gondwana, na qual BRAUN (1971), está de acordo com KING (1956).

No Cretáceo Inferior, segundo KING (1956), não tem início o ciclo erosivo Pós-Gondwana, entretanto, BRAUN (1971), diz que a fase de denudação, achava-se representada pela atividade dos desertos de Botucatu e Sambaíba, como também pelo vulcanismo basáltico, desenvolvendo-se ao norte uma tectônica que origina as bacias peri-litorâneas de Recôncavo - Tucano - Jatobá - Sergipe - Alagoas, etc.; onde a sedimentação é fluvio-lacustre. Inicia o ciclo de erosão Pós-Gondwana, com grandes atividades erosivas nas partes emersas supridoras de detritos para as bacias.

Cretáceo Médio. BRAUN (1971), diz que neste período se originou uma fase de pediplanação (agradiação), apresentando um relevo praticamente arrasado, pobreza detrítica à tênue erosão, arqueamento do continente, cessa o vulcanismo basáltico e atividade desértica (Botucatu e Sambaíba); inicia-se a mudança climática, preenchimento dos vales de erosão desértica pelos sedimentos da Formação Areado. Irrompe vulcanismo explosivo e forma-se as câmaras magmáticas alcalinas. Cessa a atividade vulcânica e se dá a invasão do mar no norte e nordeste. Ambiente e sedimentação calmo no nordeste, calcários recifários e olíticos correspondendo à extensa sedimentação Bauru e Serra Negra, determinando o fim da denudação ou Ciclo Pós-Gondwana.

Cretáceo Superior, apresentou-se uma reativação tectônica formadora dos "grabens" de Barreirinhas e do Rio Paraíba do Sul, como também inicia-se o falhamento escalonado do litoral que formará a Serra do Mar e a Borborema, dando origem ao Ciclo Sulamericano (BRAUN, 1971).

Terciário Inferior, apresentam-se depósitos arenosos jazendo sobre a superfície do Ciclo Sulamericano, esta superfície, aparece como chapadas que se elevam sobre sistemas de vales ou planícies onduladas, produto da ação de ciclos posteriores.

Terciário Médio, provavelmente no fim do Oligoceno nas várias depressões, acumulam-se, numerosos depósitos paludais e lacustres, originando camadas de areias brancas compactadas, ora vermelhas, que aparecem nas cristas das escarpas, entre 750 e 950 m nas quais ocorrem lentes espessas de seixos intercalados, podendo apresentar areias vermelhas no oeste mineiro, sobre a mesma superfície presumivelmente de formação análoga. Muitos desses depósitos foram convertidos em "silcrete" pela silificação, como próximo ao Lago Jatobá, a oeste de Pirapora (MG). Entretanto, KING (1956), considera este "silcrete" como não mais antigo que o Plioceno.

KING (1956), citando as descrições de MORAIS REGO evidenciou a ocorrência de areias vermelhas, amarelas e brancas, que foram acumuladas em lagoas e lagos de pouca profundidade (de grãos grosseiros e com características eólicas). A presença de areias vermelhas sobre as superfícies cíclicas como sendo as mais antigas assentadas sobre a superfície Sulamericana (granulação grosseira, grãos arredondados e recobertos por camadas ferruginosas), ficam, portanto, intimamente relacionadas com a superfície Sulamericana. Ocorrendo a oeste de Pirapora (MG) entre 600 e 700 m do Lago Jatobá, as areias não só se encontram consolidadas e/ou silicificadas (silcrete), apresentando seixos de quartzo de dois a três centímetros dentro da massa do "silcrete", o qual geralmente se assenta sobre leitos de seixos de quartzo de tamanhos variáveis (2 a 15 centímetros

de diâmetro), mas também como areias do cretáceo, na Serra da Onça. Estas foram depositadas num clima mais seco, de modo que os rios diminuíram de volume e disseminaram suas cargas de detritos, em fundos de vales mais amplos que os atuais; daí, o material foi carregado pelo vento espalhando-se sobre as áreas vizinhas, antes do que o vale de afundamento do São Francisco tivesse sofrido a subsidência, no Pleistoceno.

Entretanto, BRAUN (1971), diz que no Terciário Superiores, ocorre o soerguimento do continente, arqueando-se a superfície de sedimentação Barreira, apresentando o afogamento da drenagem costeira; Formação Serra do Mar, abertura da drenagem subterrânea com a construção das cavernas em Minas Gerais. Planícies costeiras e grandes aluvionamentos nos principais rios (planícies aluvionais do São Francisco), espessa sedimentação na plataforma, iniciando-se o Ciclo denominado "Velhas".

Mioceno Inferior, caracteriza-se por apresentar depósitos arenosos jazendo sobre a superfície Sulamericana, difíceis de datar pela ausência de fósseis. São arenitos de grãos angulosos, arenitos e argilas pouco consolidadas, expostos em cabeceiras de vales, podendo ter sido acumulados "in situ" e aproximadamente a uma altitude de 730 metros sobre o nível do mar. As próprias cabeceiras desses vales apresentam-se encaixadas na superfície Sulamericana, que corta as cristas mais elevadas, pertencentes ao Ciclo de Denudação Velhas. Portanto,

as camadas são posteriores à abertura dos vales, fato este que contribui na conclusão de que os depósitos não seriam de idade anterior ao Plioceno. Este fato foi confirmado por BRAUN (1971), em cuja opinião os depósitos que jazem sobre as superfícies do Ciclo Sulamericano tiveram origem no Plioceno e correspondem à Formação Barreiras, determinando com isto, o fim do ciclo de agradiação Sulamericano.

Terciário Superior, se produz à incisão de vales em Minas Gerais e São Paulo, com aplainamentos no norte baiano, do Ciclo de Erosão das Velhas. Este ciclo, que atua sobre a planície soerguida como produto da ação do Ciclo Sulamericano, ocasiona profundos vales e, mesmo quando atinge o aplainamento, a superfície Velhas frequentemente apresenta remanescentes isolados ou em grupos, que se elevam à semelhança de inselbergs nas superfícies de afundamento do São Francisco podendo ser observado no topo da Serra da Onça (Cabeça da Onça) e na Serra de Jatobá, capeados por extensos leitos de areias vermelhas, que apresentam por vezes, camadas de cascalho na base, sendo consideradas de idade provável Pliocênica, segundo Berry, citado por KING (1956).

Por último o Ciclo Paraguaçu, apresentando uma paisagem ondulada, esplendidamente pedimentada, com superfície dissecada por profundos vales, não chegando a atingir a área estudada segundo KING (1956).

2.5. Solos

Vários são os trabalhos levados a cabo nesta área. Um dos primeiros e que tem grande importância pelo fato de ser um trabalho de planejamento para o desenvolvimento econômico de toda a Bacia do Rio São Francisco, é o da Agência Internacional para o Desenvolvimento dos Estados Unidos (AID), realizado em 1967. Esse levantamento subdivide a bacia em alto, médio e baixo São Francisco, sendo de importância para este trabalho, os solos do alto São Francisco, onde está situada a área de estudo. Para tal área, é reportado neste levantamento, a dominância de latossolos, no basin como nos campos cerrados, e a presença de solos aluviais, nas terras marginais do rio com textura arenosa.

Nos levantamentos posteriores, elaborados pelo Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ, em convênio com a CODEVASF, foram desenvolvidos dois levantamentos: o primeiro em 1971, de reconhecimento geral, no qual os solos são generalizados para as partes altas, como Latossolos distróficos, textura média, vegetação de cerrado; solos pouco desenvolvidos, representados pelo Aluvio eutrófico A moderado textura média, vegetação mata caducifólia.

O segundo levantamento efetuado nesta área, é do tipo semi-detalhado, o qual mostra a presença de Latossolos e Podzolizados na parte alta, e na várzea a presença de solos

Gle- e Brunizem. Esta mesma distribuição apresenta-se na Figura 1, onde foram situados os quatro Pedons que compõem a catena a ser estudada.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Seleção da área de estudo.

Durante a realização de trabalhos do Projeto CODEVASF-CES (RANZANI et alii, 1977) referentes ao levantamento semi-detalhado da área de Jequitaí, observou-se mediante a fotointerpretação desta área, uma alta correlação da paisagem e o posicionamento dos solos nela, aspectos estes que motivaram o desenvolvimento de uma legenda fisiográfica e a seleção de áreas pilotos para um melhor entendimento destas correlações.

Durante o transcurso do trabalho de campo, foi necessário ajustar e/ou modificar a legenda fisiográfica preliminar, a qual permitiu evidenciar a repetitividade de uma das toposequências de solos, tanto na região sudeste como nordeste da área em estudo.

A Figura 5 relaciona a posição dos perfis de solos de acordo com a fisiografia e a Figura 7, ilustra uma vista geral da área estudada. Nesta topossequência ocorre o pedon 4 numa paleo-paisagem, caracterizando a sub-paisagem de pediplanos baixos, ligeiramente dissecados (P.1.1.), dentro da superfície Velhas. Este solo possui características morfológicas semelhantes aos latossóis, textura médias, profundos e de boa drenagem.

Na paisagem fluvial recente, apresentam-se os pedons 3, 2 e 1, os quais ocorrem em diversas posições desta macropaisagem, caracterizando as sub-paisagens dentro da superfície São Franciscana.

O pedon 3, encontra-se representando a sub-paisagem de terraços altos, ligeiramente dissecados (A-2.2.). Este solo mostra características morfológicas semelhantes aos podzólicos textura argilosa, profundos e de drenagem boa.

O pedon 2, apresenta-se na posição da sub-paisagem de terraços muito baixos, ligeiramente dissecados (A-2.1.) que sofrem inundações frequentes e que apresentam características que os assemelham aos solos Glei pouco úmicos de textura média, moderadamente profundos e com drenagem impedida.

O pedon 1, situa-se em posição de dique marginal (A-1.1.) representando esta sub-paisagem, a qual sofre deposi-

ções sucessivas pelo transbordamento frequente ou ocasional do Rio São Francisco, apresentando semelhança com um Brunizem, de textura siltosa, profundo e com boa drenagem.

3.2. Determinações físicas e químicas.

As análises rotineiras para os quatro perfis (pedons 4, 3, 2 e 1) foram feitas nos laboratórios do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ, em Piracicaba (SP).

Os métodos usados são os preconizados por VETORI (1969).

3.2.1. Determinações físicas

Distribuição de partículas

O método da pipeta, empregando-se o hexameta-fosfato de sódio como dispersante (KILMER e ALEXANDER, 1949), foi o método utilizado para dispersão das amostras de solos (fração menor que 2 mm), separadas as areias por peneiramento e as frações finas pela pipeta. As diversas frações foram expressas de acordo com a classificação textural preconizada pelo Soil Survey Manual (1951) designando-se os grupos separado como segue:

r - argila

l - silte

a - areia

b - barro.

Qualificando as areias como:

mg - muito grossa

g   grossa

m   - média

f   - fina

mf - muito fina.

Argila natural - dispersou-se as amostras de solo com água e agitação mecânica e obteve-se argila natural ou dispersa. Para assim facilitar os cálculos do grau de flocculação da fração argila.

$$\text{Grau de flocculação} = \frac{\text{argila total} - \text{argila natural}}{\text{argila total}} \times 100$$

Densidade aparente ou global - foi obtida pelo método da parafina, em amostras indeformadas de cada horizonte referida em g/cm³. Foi também determinada pelo método do anel volumétrico.

Densidade real ou específica - obtida pelo método do picnômetro e referida a g/cm³.

Tensões de umidade - a umidade do solo foi determinada às tensões de 1/3 e 15 bares, de acordo com RICHARDS (1954).

3.2.2. Determinações químicas

Capacidade de troca catiônica - determinou-se a capacidade de troca catiônica efetiva, avaliada pela soma de bases (Ca, Mg, Na e K) mais alumínio e hidrogênio (BLACK, 1965) expressa em meq/100 g de solo seco a 105-110°C.

Bases trocáveis totais - as bases trocáveis foram obtidas por duas extrações diferentes. Assim, para cálcio e magnésio, usou-se uma solução de KCl 1N, enquanto que o potássio e sódio foram extraídos com acetato de amônio normal a pH 7,0. O cálcio e magnésio foram determinados por titulação com EDTA. O potássio e sódio foram determinados por fotometria de chama e expressos em meq/100 g de solo.

Acidez trocável - usando-se o método de YUAN (1959) e mediante extração com KCl 1N e titulação com NaOH 0.1N em presença de fenolftaleína, expressa em meq/100 g de solo.

Acidez titulável - obtida pelo método do acetato de cálcio normal a pH 7,0, a titulação foi feita com solução 0.1N de NaOH e expressa em meq/100 g de solo.

pH - o pH do solo foi determinado em água e em KCl 1N, para uma relação de solo líquido de 1:1.

Carbono orgânico - o carbono orgânico foi determinado pelo método de WALKLEY e BLACK (1934), oxidando a matéria orgânica com bicromato de potássio e os resultados expressados em porcentagem.

Fósforo disponível - segundo o método de VETTORI (1969).

Ferro livre - pelo método de DEB (1950), reduzindo o ferro com ditionito de sódio e expressado em porcentagem.

Ataque sulfúrico - neste método é tomada a fração de terra fina do solo total seca ao ar e tratada de acordo com a metodologia de VETTORI (1969), para obter ferro total, alumínio total, titânio e sílica, exprimindo estes dados em porcentagens destes diversos óxidos.

3.3. Modelos sequenciais e de profundidade

Estes modelos são usados por WANG e ARNOLD (1973), ARNOLD (1976a e b) e MADEROS E ARNOLD (1977), para explicar as diferentes hipóteses de desenvolvimento da gênese de solos e descontinuidades litológicas dos materiais expostos à interação

de fatores e processos de desenvolvimento de solos, ass:

- peso percentual de areias (fina + muito fina) livre de argila ou índice presente na fração:

$$\frac{\text{peso de areia fina} + \text{peso de areia muito fina}}{100 - \% \text{ argila}}$$

- peso presente em g/Horizonte:

Dad x profundidade (cm), 5 (cm) constante

Dad = densidade determinada em laboratório.

- Índice presente:

a) em g/cm^3 = peso percentual de areia livre de argila
(fator índice) x Dad

b) em g/horizonte = peso percentual de areia livre de argila (fator índice) x Dad x profundidade (constante de 5 cm).

- Índice original

a) g/cm^3 = tirado do gráfico ou figura onde foi plotado o índice presente.

b) g/horizonte = índice original (g/cm^3) x profundidade.

- fator de correção por unidade de volume:

$$\frac{\text{índice presente (g/cm}^3\text{)}}{\text{índice original (g/cm}^3\text{)}}$$

- densidade original (Da org.) - determinada no gráfico ou fi
gura onde foi plotada a densidade determinada (Dad).
- densidade original corrigida (Da org.c) - para diminuir os
erros incrementados na determinação pelo gráfico, se fez cor
reção mediante a soma da Dad e a Da org. obtida no gráfico ,
assim:

$$\frac{\text{Dad} + \text{Da org.}}{2} = \text{Da org.c}$$

- volume original (cm³/horizonte)

$$\text{volume original} = \frac{\text{peso presente}}{\text{Da org. c de cada camada ou horizonte}}$$

- peso original (g/horizonte)

$$\text{volume original} \times \text{fator de correção da Da org.c}$$

- argila presente (g/horizonte)

$$\frac{\% \text{ argila total}}{100} \times \text{Dad} \times \text{profundidade}$$

- argila original:

- a) g/cm^3 = porcentagem de argila da camada ou horizonte tomada como material de partida multiplicada pela $D_a \text{ org.}$, multiplicado tudo isso pela profundidade da camada e dividido todo o produto por 100. Posteriormente, tudo é multiplicado por um fator obtido pela divisão $D_a \text{ org. c.} / \bar{D}_a \text{ org.}$.

$$\frac{\% \text{ argila total no B3 e/ou C} \times \bar{D}_a \text{ org.} \times \text{prof.}}{100} \times \frac{D_a \text{ org. c.}}{\bar{D}_a \text{ org. c.}}$$

- b) g/horizonte = argila original g/cm^3 x fator de correção.

- mudança de argila (g/horizonte). Resulta da diferença entre peso presente de argila e argila original em g/horizonte .
- mudança de volume (g/horizonte). Toma-se o volume original corrigido da última camada ou horizonte tomado como material de partida e subtrai-se o volume da camada imediatamente superior.
- mudança em peso (g/horizonte). Diferença entre o peso presente (g/horizonte) e o peso original (g/horizonte).
- translocação de argila. Resulta da diferença entre a mudança de volume e a mudança de peso.

- para trabalhar os outros elementos m^oveis, se faz o mesmo que para a argila.

Tais conceitos permitem a avaliação quantitativa dos constituintes dos solos e contribuem no melhor entendimento das mudanças que podem ter lugar durante o desenvolvimento do mesmo. Dessa maneira, a compreensão das mudanças calculadas e dos fenômenos observados, facilitam o manter e/ou modificar as considerações preliminares, no referente a designação dos diversos horizontes do solo, como também as possíveis mudanças na ação dos diversos eventos geom^orficos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Aspectos geomorfológicos

A história geomorfológica da área em estudo, não deixa de ser complexa, haja visto, os trabalhos de PENTEADO e RANZANI (1970). Durante o trabalho executado nesta área, foi observado que a Serra da Onça se encontra constituída por vários morros testemunhos, preservados devido a produtos de laterização e/ou silificação, assentados sobre eixos de quartzo. Tais testemunhos correspondem provavelmente a um segundo nível da Formação Urucuia (Ku 2) e que apresentam, também recobrimentos terciários, constituídos por sedimentos arenosos amarelados e avermelhados (MATTOS e CUNHA, 1977), os quais estão de acordo com as características descritas por KING (1956) e BRAUN (1971), sendo coincidentes com a descrição dada para o Ciclo Sulamericano (nível Pd3 da Figura 4).

FIG 4 - OCORRÊNCIA DAS SUPERFÍCIES GEOMÓRFICAS NA ÁREA DE ESTUDO E SUA RELAÇÃO GEOLÓGICA

O nível Pd2 de PENTEADO e RANZANI (1970), não corresponde ao Ciclo Sulamericano, mas seriam concordantes com o Ciclo Velhas de KING (1956) e BRAUN (1971). Ao mesmo tempo, os morros testemunhos do Ciclo Sulamericano mostram o modelado do Ciclo Erosivo Velhas, o qual deixou marcas nestes testemunhos, evidenciados pelos inúmeros terraços que ainda podem ser identificados nessa superfície. Este ciclo na sua ação modeladora fez aflorar unidades do Mesozóico que se apresentam nos diversos morros, como a Formação Urucaia, com seus dois níveis (Ku 1 e Ku 2) e do Pré-Cambriano Superior, tais como arenitos finos e níveis siltosos da Formação Três Marias, e ardósias da Formação Paraopeba; as primeiras nas partes altas da Serra da Onça (figura 4) e, a terceira na base da mesma, perto da Barra do Guaicuí.

A denudação da superfície Sulamericana originada pelo mesmo ciclo, caracterizado por materiais silicificados e/ou laterizados (KING, 1956) e que ainda apresentam-se no topo dos testemunhos da Serra da Onça, causa a removimentação de materiais já intemperizados e sua posterior deposição em diferentes níveis de altitude. Deve-se considerar que para a formação de silcrete, segundo KING (1956), "a silicificação só é devida à deposição de uma solução, sob a forma de um gel de sílica, nas zonas de redução (perda de oxigênio) em juntas e sempre que a água penetrou em areias parcialmente consolidadas".

Posteriormente, sobreveio a formação dos pedimentos Pd1 que PENTEADO e RANZANI (1970) denominaram como superfície São Francisco. Entretanto, neste trabalho foi denominada Pd2 como remanescentes do Ciclo Sulamericano que se apresentam nesta posição devido a falhamentos reativados (Reativação Mesozóica) segundo PENTEADO e RANZANI (1970), que posteriormente sofreram a ação modeladora do Ciclo Erosivo Velhas, afirmação esta feita tomando como base os critérios estabelecidos por BRAUN (1971) que caracteriza o Ciclo Velhas não só pelos inselbergs, como também pela presença de lagoas e leitos extintos, elementos presentes tanto na Serra como na superfície de paleoterraços na área de estudo entre altitudes de 500 e 600 m. Estes sedimentos são novamente submetidos a processos de intemperismo, e curtas retomadas erosionais e deposicionais, no transcurso da ação final do Ciclo das Velhas e/ou início da superfície São Francisco de PENTEADO e RANZANI (1970), representadas aqui pelo Pedon 4 da Figura 6. Neste perfil a linha de seixos de quartzo se apresenta a 10/15 m de profundidade no Pd2, sobre material já intemperizado (possivelmente restos do Ciclo Sulamericano). Tais processos erosivos podem ser evidenciados através de diversos paleo-terraços referentes ao pediplano baixo ligeiramente dissecado (P.l.l. da Figura 5), incluídas na Era Cenozóica e caracterizados por MATTOS e CUNHA (1977) como dos períodos Terciário-Quaternário (Figura 3), colocados no Pleistoceno Médio por PENTEADO e RANZANI (1970). No final deste ciclo apresentou-se um abaixamento generalizado do eixo da

Fig5 - Geomorfologia da Serra da Onça - Barra do Gualcui (MG)

bacia e da sua drenagem afluyente, possibilitando a deposição da série Vazantes de PENTEADO e RANZANI (1970) e correspondentes ao Quaternário de MATTOS e CUNHA (1977), representado por aluviões (areias inconsistentes intercaladas com níveis de argila).

Atualmente, segundo PENTEADO e RANZANI (1970) o Vale do São Francisco e seus afluentes, sofrem levantamento de conjunto, entalhando verticalmente e cortando de 8 a 10 m re-bordos de margens rochosas e antigos aluviões. Posteriormente, o rio vai encaixando-se mais e mais, devido a retomadas erosivas e deposicionais sub-atuais, originando assim, os diversos terraços que caracterizam a paisagem fluvial recente, no caso, A-22, A-21 e A-11 (Figura 5). Nesta fase, o rio divagou originando um ambiente úmido e propício para o aparecimento de horizontes argílicos (texturais) e principalmente plínticos (Figura 6).

Na posição designada baixo (basin) A-12 e/ou "antiga" da Figura 5 onde supostamente o rio trabalhou, ele truncou os horizontes argílicos (B texturais), superiores ao plíntico (presentes no Pedon 2 e no terraço alto A-22), e depositou posteriormente, materiais mais siltosos, provenientes das ardósias, onde ele se encaixa na atualidade. Durante este período não se formou horizontes argílicos (B texturais) nos Pedons 2 e 1 (Figura 6). Finalmente, motivado por uma possível falha,

Fig.6- Localização dos Pedons e distribuição dos principais horizontes e materiais de origem em relação a paisagem.

(MATTOS e CUNHA, 1977), o Rio São Francisco passou a entalhar os antigos terraços de sua planície de inundação na posição de signada como "atual" na Figura 6.

4.2. Relações fisiográficas - solos

Fazendo uso das fotografias aéreas, delimitou-se e caracterizou-se as paisagens, para estabelecer uma legenda fisiográfica preliminar, a qual foi ajustada e/ou modificada nos trabalhos de campo. Comprovou-se uma alta correlação entre mudanças da paisagem e concomitantemente mudanças nos solos: fa to este que motivou o estabelecimento de áreas piloto, as quais foram mais detalhadas para um melhor entendimento da gênese dos solos. Em função disto escolheu-se uma área piloto representativa de toda a região (Quadro 2, Figura 7). Por sua vez, foram utilizados os modelos sequenciais de ARNOLD (1976b), com o fim de melhor esclarecer essas relações e testar a homogeneidade dos materiais dos solos MADERO (1977) e WANG e ARNOLD (1973).

A gênese de solos é sempre estudada na base de fatores e processos, fatores estes que definem as característiti cas externas e internas da área como, clima, organismos, material de origem, relevo e tempo (JENNY, 1941), e processos que são a resultante da interação dos fatores com maior ou menor intensidade, conhecidos como, adições, perdas, remoções e transtrans formações (SIMONSON, 1959).

Quadro 2 - Relações físicas das legendas fisiográficas e de solos com materiais de origem e idades relativas.

Fisiografia	Materiais de origem	Solos	Idades relativas
A) Paisagem fluvial recente	Sedimentos silto-arenosos da superfície recente do São Francisco	67 (Pedon 1)	Holoceno (antigo)
A. 1. Planície de inundação			
A.11. Diques			
A.12. Baixos (basins)			
A) 2 Terraços			
A.21. Muito baixos	Sedimentos silto-arenosos da superfície do São Francisco	65 (Pedon 2)	Holoceno (recente)
A.22. Alto	Sedimentos argilo-silto-arenosos da superfície recente do São Francisco e das Ciclos Sulamericano e das Velhas	64 (Pedon 3)	Pleistoceno Holoceno
P-Paleo-paisagem fluvial			
P. 1. Pediplanos baixos	Sedimentos argilo-areno-siltosos dos Ciclos Sulamericano e das Velhas	63 (Pedon 4)	Plioceno/Pleistoceno
P.11. Ligeiramente dissecados			Oligoceno/Plioceno/Pleistoceno
P. 2. Pediplanos muito altos			
P.21. Ligeiramente dissecados			
P.22. Restos de pediplanos			Cretáceo Superior

FIG 7 - LOCALIZAÇÃO DOS PEDONS E SUAS RELAÇÕES COM A PAISAGEM

Esta interação é definida, em função do balanço e combinação dos diversos elementos (químicos, físicos e biológicos), os quais são evidenciados mediante a caracterização e diferenciação dos horizontes, facilitando a identificação desses fatos impressos no desenvolvimento do solo, e ajudando a definir tentativamente no campo a homogeneidade e/ou heterogeneidade dos materiais superficiais.

Os modelos sequenciais, são de grande importância no estudo da mobilidade dos elementos no solo. Esta mobilidade, facilita a diferenciação e caracterização dos horizontes, e contribui nas estimativas da uniformidade dos materiais, as quais são baseadas em observações de campo e distribuição de elementos estáveis, meta-estáveis e instáveis (móveis).

A localização das descontinuidades no campo, concomitantemente, são associadas a mudanças texturais, estruturais, consistência e natureza dos limites entre horizontes, WANG e ARNOLD (1973), ARNOLD (1976a e b) e MADERO (1977).

Estes conceitos são aplicados na gênese do solo, como etapas progressivas numa sequência de eventos (ARNOLD, 1965). Tais conceitos permitem a avaliação quantitativa de um solo e contribuem no entendimento das mudanças que podem ter lugar durante o desenvolvimento do mesmo solo. Desta maneira,

facilitam a comparação entre as mudanças calculadas e os fenômenos observados, ajudando com isto a manter e/ou modificar as considerações preliminares.

Segundo WANG e ARNOLD (1973), duas são as considerações fundamentais, na evolução da pedogênese:

1. Para estabelecer a uniformidade dos materiais de um solo (sistema de solo) e
2. Para determinar o estado inicial do sistema solo.

Considerou-se para o desenvolvimento destes modelos, que as condições climáticas nas quais foram desenvolvidos os solos, estiveram submetidas a mudanças climáticas bruscas, em períodos relativamente curtos de tempo geológico, durante o Plioceno-Pleistoceno, correspondendo, portanto, a paleo-espços dominados por climas secos, no continente Sulamericano, por ocasião do último e/ou dos dois últimos períodos glaciais e glácio-eustáticos quaternários.

Por motivo destas variações climáticas, ocorreram mudanças agressivas de processos morfogenéticos, bastante radicais em algumas áreas, que permitiram modificar as paisagens estabelecidas no Terciário Superior, ajudando com isto a definir o último período seco quaternário que pode ter ocorrido a uns 12.000/18.000 anos (AB'SABER, 1977).

A área de estudo situada numa transição entre o alto e médio São Francisco, apresenta por sua vez, condições climáticas transicionais entre tropical moderadamente úmido e tropical com estação seca marcada, classificação esta que está de acordo com as conclusões de DAMUTH e FAIRBRIDGE, citados por AB'SABER (1977), mostrando que no período interglacial o clima na área era tropical úmido e seco, e que no último período seco do Pleistoceno, a região era dominada por um clima mais seco (semi-árido), fato este último que está de acordo com as afirmações feitas por RANZANI e PENTEADO (1971) e AB'SABER (1977), para a região de Minas Gerais.

Portanto, as características termo-hídricas, definidas por elementos do clima (temperatura, pluviosidade e evaporação) condicionam a evolução dos materiais da superfície terrestre (MELFI e PEDRO, 1978). Tais características, por sua vez, são constantes que definem os regimes de umidade e a classificação de temperatura do solo.

Utilizando os critérios do SOIL SURVEY STAFF (1975) para definição dos regimes hídricos e de classes de temperatura, o resultado obtido com os dados locais é que predomina o regime ústico e a classe de temperatura isohipertérmico.

Considerando as características termo-hídricas como definidas por MELFI e PEDRO (1978), a área de estudo pode es

tar incluída em dois tipos de meios de acordo com as condições pedo-climáticas, a saber: a ortomorfia de meios contidos dominando nas paisagens mais antigas, e a hidromorfia nas paisagens mais recentes.

Os materiais que constituem os solos estão bem diferenciados pela paisagem:

1. As paleo-paisagens, apresetnam materiais reinteremperizados e dos quais é difícil estabelecer qual ou quais seriam os materiais de origem.
2. A paisagem recente, na qual os solos parecem ter os mesmos materiais de origem.

Os solos que conformam a paleo-paisagem são de textura média e possuem mineralogia simples (PESSOTTI, 1980), característica de intenso intemperismo, conseqüentemente os solos apresentam boa drenagem e permeabilidade, resultando numa adequada lixiviação e ação dos processos de formação de solos.

Na segunda paisagem, os materiais são de textura fina a média, mineralogia variada (PESSOTTI, 1980), típico de intemperismo intermediário, condições estas que indicam drenagem de boa a imperfeita, permeabilidade de boa a lenta, resultando numa adequada a restrita percolação e ação de processos formadores de solos.

4.3. Processos pedogenéticos

Para discutir estes processos é necessário o estabelecimento das suposições anteriores relacionadas ao clima, material de origem, alteração dos materiais e evolução das paisagens para entender as mudanças específicas dentro do sistema solo, num tempo contínuo.

4.3.1. Remoção e acúmulo de constituintes solúveis na água

Esta remoção é devida especificamente a uma ativa dissolução, translocação e acúmulo de sais solúveis na parte superior do perfil do solo, provenientes da matéria orgânica e outros restos orgânicos em decomposição, durante um período relativamente curto de chuvas e altas temperaturas. Também, é possível ter acúmulo de sais solúveis, na superfície dos solos, por incorporações dos aerossóis, que chegam através das águas das chuvas.

O efeito de remoção dos sais, traz como consequência, um incremento no volume dos horizontes que sofrem esta remoção e um decréscimo daqueles que ganham. Portanto, BARSHAD (1965), diz que o efeito destas remoções incrementa o tamanho do solum, dentro do qual, as relações de outros processos intem

pêricos são incrementadas por causa dos inibidores eletrolíticos. Esta espessura será controlada pela profundidade de lavado, onde os sais removidos são concentrados.

4.3.2. Adições e transformações da matéria orgânica

As adições da matéria orgânica na superfície do solo são relativamente baixas, favorecendo com isto a formação, em muitos lugares, de um horizonte de pouca expressão, o qual parece ser o responsável pela fertilidade natural desses solos. Isto se deve à processos ativos de mineralização e uma consequente liberação dos elementos contidos na matéria orgânica e a reabsorção dos mesmos pela raiz em simbiose com fungos e/ou outros microrganismos que permitem o estabelecimento de uma reciclagem rápida e eficaz.

Essa afirmação baseia-se na ocorrência das formações vegetais que se desenvolvem em solos das paleo-paisagens, geralmente do tipo cerrado, formação esta que não fornece grandes quantidades de materiais orgânicos, porém, quando sob a intervenção do homem se acrescentam cinzas, favorecendo com isto a solubilização dos elementos contidos nele e o enriquecimento do solum.

Já para as paisagens mais recentes, as formações vegetais presentes são as de pântanos que adicionam poucos resí

duos orgânicos e as formações de florestas ciliares que apresentam maiores contribuições orgânicas não são de folhas, talos, como também raízes, acúmulo este que se vê favorecido pelas condições de má drenagem nas épocas chuvosas e uma acelerada decomposição durante a época seca. Isto favorece a estruturação, a qual é estabilizada pela matéria orgânica mineralizada e cátions liberados (BAVER, 1972).

4.3.3. Transformação e translocação

Nestas condições climáticas é possível esperar um moderado a fraco intemperismo e/ou transformação dos minerais primários presentes nos diversos materiais dos solos. Esta alteração se vê favorecida pela remoção de sais solúveis, atividade biológica e acúmulo da matéria orgânica.

Entretanto, na área de estudo apresentam-se solos com efeitos de maior transformação e translocação, num estágio mais avançado de desenvolvimento. Pode-se esperar que as argilas originárias de um estágio inicial de pedogênese, possam estar movimentando-se por mudanças do meio na atualidade (HOLESWORTH, BREWER e HALDANE, citados por MARSHALL, 1977), permitindo assim, uma lessivagem que caracteriza os incipientes horizontes texturais, na superfície a pouca profundidade.

Por outro lado, se faz evidente a gênese atual dos solos mais jovens que apresentam a formação de horizontes texturais, devido não só a lessivagem, como também a neoformação dos minerais argilosos. Os mesmos horizontes podem apresentar cutans bem orientados ou não devido a presença de silte (abundante) a qual pode reduzir a orientação, entretanto, em solos porosos e melhor drenados é possível a sua orientação (MARSHALL, 1977), e uma removimentação e posterior precipitação de ferro.

4.4. Solos da paisagem fluvial recente

Os solos que constituem esta paisagem foram subdivididos segundo a sua posição de ocorrência, em solos dos diques marginais (A.1.1.) terraços muito baixos (A.2.1.) e terraços altos (A.2.2.), (Figuras 5 e 7).

De acordo com esta disposição serão discutidos cada um deles, com base nas características da paisagem e a critérios geo-dinâmicos, geoquímicos e aspectos morfológicos e de formação de solos, estes últimos desenvolvidos com ajuda dos modelos de profundidade idealizados por ARNOLD (1976b), MADERO (1977) e os modelos de sequência de WANG e ARNOLD (1973).

4.4.1. Planície de inundação (A-1.)

As posições que representam esta sub-paisagem, apresentam inundações recentes, ocasionais e raras, fato este que facilitou o posicionamento e delimitação dos solos que caracterizam cada posição.

4.4.2. Solos do dique marginal (A-1.1.)

Representados pelo Pedon 1, localizado no topo do plano com declividade menor que 1 %, dentro de uma posição na paisagem que reflete as variações da sedimentação aluvial, possivelmente entre o final do Pleistoceno e início do Holoceno, com algumas retomadas no Holoceno mais recente.

A vegetação original arbórea de maior porte e densidade em mistura com uma floresta ciliar que estão sendo substituídas por um estrato rasteiro de gramíneas nativas, devido a queimas sucessivas.

Esta posição é raramente inundada na época de maior precipitação, na qual o nível freático é possível que chegue a ficar dentro de uma profundidade de 2 m, não atingindo a superfície, já para a época mais seca o nível freático desce mais que 2 m de profundidade nesta posição. Os materiais dos diques marginais (A-1.1.) (Figuras 5 e 7) apresentam textura média e porosi-

dade abundante que facilita processos de lessivagem por fácil percolação. Estes processos sob a vegetação da floresta facilitam, presumivelmente, a eluviação da argila de horizontes superiores para os de profundidade, dando origem ao horizonte argílico, devido à facilidade com que a água da chuva infiltra e percola através do perfil. O subsolo é constituído por camadas aluvionais compostas de areias que definem o material mais profundo.

Todos estes aspectos não permitiriam, portanto, tomar o material mais profundo, como material de origem deste solo, pois, é bastante contrastante com os materiais suprajacentes, que apresentam dominância de silte, se bem que o conjunto caracteriza os materiais da superfície mais recente modelada pelo São Francisco.

A acumulação da matéria orgânica nos materiais superficiais é muito alta, ainda que a variação estacional contribui para uma rápida mineralização e dispersão de matéria orgânica com a profundidade.

A posição do Pedon 1 na paisagem é essencialmente de instabilidade, podendo ser incluído no que TRICART (1977), designou como meio "integrados". Isto significa que o solo sofre influências pedogênese-morfogêneses, podendo haver predominância da primeira sobre a segunda. Tal predominância é dependente

das oscilações climáticas, mais úmidas ou mais secas. Entretanto, as características genéticas do Pedon 1 (presença de Bt) evidenciados principalmente pelos dados morfológicos, mostram a possibilidade deste solo ter passado ou estar passando por uma condição de maior estabilidade.

Numa tentativa de classificação relacionando os processos pedogeoquímicos com as características do solo, utilizando os critérios de MELFI e PEDRO (1977, 1978), leva à inclusão do Pedon 1 como solos onde há dominância da hidrólise parcial "intergrade".

As características mineralógicas do Pedon 1 (PESOTTI, 1980), mostram que há dominância de minerais 2:1 e/ou 2:2 (provavelmente mica e interestratificados) e minerais de retículo 1:1 (grupo da caulinita) na fração argila e presença de minerais intemperizáveis nas frações de silte e areia. Consequentemente, utilizando os critérios de MELFI e PEDRO (1977, 1978), com respeito a classificação pedogeoquímica, o Pedon 1 pode ser considerado como sendo formado através do processo hidrolítico parcial, onde as reações de monossicatilização e bis-sicatilização (ou laterização intermediária) JACKSON, 1965 predominam.

Por outro lado, e considerando que as frações mais grosseiras possuem minerais intemperizáveis (PESSOTTI, 1980), o "grau de alteração" deste solo pode ser expresso como inferior a 100, isto pela presença de uma reserva mineral primária e diferenças nas velocidades de alteração de tais minerais. De acordo com este resultado existe no solo um equilíbrio entre a desalcalinização primária e a secundária, e o estado de saturação original pode ser mantido por tempo prolongado (Quadro 3).

Como a mineralogia de fração argila é heterogênea, o grau de alteração do perfil é inferior a 100 e os valores do índice Ki entre 2 e 3, o tipo de alteração deste solo pode ser caracterizado como sialítica mista (MELFI e PEDRO 1977 e 1978), apesar de tais autores considerarem o processo sialítico misto ser do domínio de solos lixiviados maduros e desenvolvidos de rochas ácidas, o que não se aplica para o Pedon 1. Portanto, pode ser classificado como saturado, de meios equilibrados, tomando a saturação total do solo, o qual está mais de acordo com as condições pedoclimáticas atuais de desenvolvimento do perfil. Em relação a essas condições pedoclimáticas é possível definir seu aspecto termohídrico como dominado pela ortomorfia em meio confinado.

O Pedon 1 é típico da posição de dique marginal (estavel), e encontra-se na parte alta do dique, sendo por conseguinte acentuadamente drenado. Tem textura média em quase to-

Quadro 3 - Características pedogeoquímicas do Pedon 1.

Hori- zontes	Fração argila <u>Solo</u> total	Estado de satura ção	Taxa de satura ção	Natureza dos cátions ex- ternos pre- ponderantes	Tipos de Meios	Estabili- dade dos constitui- ntes argilo- sos	Intensidade de aluminiza- ção em meq/100 g
A1			7,24				
Ab2			5,44	Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺			
Bt1			4,49	K ⁺	Meio des- saturado	Relativa- mente es- táveis	
2Bt2 3C	Argila	Complexo dessaturado ≤ 35 %	6,43				
	Solo	Intergrade		Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺	Meio equi-	Estáveis	
	Total	saturado/ dessaturado	99/48	K ⁺	librado/ meio des- saturado	Relativa- mente es- táveis	0 A1 1 meq/100 Aluminização pouco marca- da

do o perfil com exceção da última camada e/ou horizonte que é grosseira, a cor pardo escura nos três primeiros horizontes muda para alaranjado nos dois últimos, o desenvolvimento da estrutura em blocos débéis a fortes na superfície, e prismática moderada a forte na profundidade, sendo que o último horizonte não apresenta estruturação. É importante a presença de cerosida de nos dois últimos horizontes, evidenciando com isto, uma possível translocação de argilas, além de simultâneas mudanças em consistência, limites entre horizontes e reação do solo, observados entre 82 e 140 cm, o que conduziu a sua definição no campo, como horizontes de descontinuidade genética.

Para confirmar e/ou modificar em parte as observações de campo, foram desenvolvidos modelos de profundidade e de sequência pedológica que facilitassem a comprovação desta hipótese.

Os modelos de profundidade estão desenvolvidos em função da seleção de elementos estáveis, meta-estáveis e móveis (instáveis), sendo aqui tratados nesta sequência (Figuras 8.1, 8.2, 8.3 e 8.4).

A função dos elementos estáveis, tais como, areias e titânio, recalculados em função de volume, contribuem para a justificativa das observações de campo, no que diz respeito a mudanças e/ou possíveis camadas presentes neste pedon (Quadro 4).

Fig.8.1- Modelos de Profundidade estabelecidos mediante a distribuição da Densidade aparente em g/cm^3 (a); Areia fina mais muito fina livre de argila em mg/cm^3 (b); Titânio mg/cm^3 (c); e Sílica total mg/cm^3 (d).

Pedon 1.

Fig. 8.2 – Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição do Alumínio total mg/cm^3 (a); Ferro total mg/cm^3 (b); índice Ki (c) e Carbono orgânico mg/cm^3 (d) Pedon 1.

Fig. 8.3 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição da Argila total mg/cm^3 (a); Capacidade de troca cationica da argila mg/cm^3 (b); Bases trocáveis mg/cm^3 (c); e Argila dispersa em água mg/cm^3 (d).
Pedon 1.

Fig. 8.4 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição do Alumínio trocável mg/cm^3 (a), e Ferro livre mg/cm^3 (b) Pedon 1.

Quadro 4 - Distribuição de partículas por tamanho e propriedades físico-químicas (Pedon 1).

Profun- didade cm	Hori- zonte	Densi- dade g/cm ³	Classe, tamanho e diâmetro das partículas (mm)										Argila Disper- sa %	Clas- se Tex- tu- ral	Argila disp.- total propor- ção
			Areias				f	mf	Areia		Silte 0,05- 0,002 %	Argila total ≤ 0,002 %			
			mg	g	m	%			total	%					
0- 10	A11	1,4	-	-	0,9	17,6	4,3	22,8	63,2	14,0	10,8	b1	0,77		
10- 40	Ab2	1,6	-	-	1,4	22,3	6,6	30,3	50,9	18,8	12,2	b1	0,65		
40- 82	B21	1,6	-	0,1	1,0	20,1	2,7	23,9	53,4	22,7	15,4	b1	0,68		
82-140	IIB22	1,8	-	-	2,4	36,1	9,6	48,1	33,9	17,9	2,4	b	0,13		
140	IIIC	1,8	-	-	2,6	57,6	13,8	74,0	9,6	16,4	2,8	ba	0,17		

Quadro 4 - Continuação

H ₂ O	pH 1:1		Matéria Orgânica				CTC meq/100 g soma	Fe ₂ O ₃ livre %
	KCl		C.O. %	NT %	C/N	M.O.		
6,5	5,6		4,2	0,36	11,7	7,1	14,80	2,3
5,8	5,0		1,4	0,12	11,7	2,4	9,00	2,9
5,8	4,8		0,6	0,05	12,0	1,0	6,93	3,3
4,8	3,6		0,2	0,02	10,0	0,3	3,22	2,4
4,9	4,3		0,1	0,01	10,0	0,2	2,54	2,4

Quadro 4 - Continuação

Ca	Complexo sortivo meq/100 g					V %	CTC meq/100 g argila
	Mg	K	Na	H + A1	A1		
11,28	2,78	0,44	0,10	0,20	0,99	99	105,71
6,07	2,23	0,42	0,08	0,20	0,09	98	45,87
3,31	2,68	0,72	0,06	0,16	0,08	98	30,53
1,55	0,89	0,34	0,05	0,39	0,10	88	18,00
0,96	0,16	0,10	-	1,32	0,12	48	15,49

Quadro 4.1. - Distribuição de partículas por tamanho livres de argila.

100-Argila (Total Areia+Silte)	Nova areia total livre de argila	Peso por centual de areia livre de argila (fat. ind.)	Novo to- tal de areia %/ Areia to- tal/fat. ind.	Classes de tamanho e diâmetro de partículas (mm) livres de argila %					f + mf mg/cm ³	
				mg	g	m	f	mf		
86,0	0,26	0,25	0,011	-	-	1,05	20,46	5,00	25,46	35,64
81,2	0,37	0,36	0,012	-	-	1,72	27,46	8,13	35,59	56,94
77,3	0,31	0,29	0,013	-	0,12	1,29	26,00	3,49	29,49	47,19
82,1	0,59	0,56	0,012	-	-	2,92	44,09	11,69	55,78	100,41
83,6	0,88	0,85	0,012	-	-	3,11	68,90	16,51	85,41	153,73

Quadro 4.2. - Peso por unidade de volume de alguns constituintes móveis.

C.O. mg/cm ³	Bases mg/cm ³	Argila total mg/cm ³	Argila dispersa mg/cm ³	Ferro livre mg/cm ³	Alumínio mg/cm ³	Fósforo mg/cm ³	CTC mg/cm ³ argila	CTC da soma mg/cm ³	S mg/cm ³
58,8	1,386	196,0	151,2	32,2	0,126	0,238	148,00	20,72	20,44
22,4	1,568	301,0	195,2	46,4	0,144	0,128	76,60	14,40	14,10
9,6	1,568	363,2	246,4	52,8	0,128	0,032	48,85	11,90	10,90
3,6	1,584	322,2	43,2	43,2	0,018	0,072	32,40	5,80	5,04
1,8	864	295,2	50,4	43,2	0,216	0,018	27,90	4,60	2,16

Quadro 4.3.- Peso por unidade de volume de constituintes menos instáveis e mais estáveis.

Ataque sulfúrico				Ditionito-citrato de sódio		Porcentagem aproximada de ferro alumínio da fração argila por diferença				
SiO ₂	Al ₂ O ₃ mg/cm ³	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Mn ₂ O ₃	Ki		Kr			
186,2	133,0	64,4	7,84	105,84	2,38	1,82	1754,0	364,0	1022,0	1358,0
225,6	149,0	81,6	9,92	110,90	2,58	1,91	2298,0	510,4	1152,0	1552,0
240,0	160,0	86,4	11,52	106,60	2,55	1,90	2179,2	566,4	1200,0	1536,0
173,0	95,4	72,0	11,88	544,32	3,08	2,08	1903,0	490,0	1332,0	1710,0
99,0	55,8	48,6	9,90	382,32	3,02	1,94	1962,0	468,0	1080,0	1656,0

Utilizando as funções de areias e titânio para o Pedon 1, observou-se que eles apresentam quatro tendências de descontinuidade de materiais, confirmadas pelas observações de campo. Tanto a distribuição de areia como a de titânio são concordantes no que diz respeito ao material superficial, caracterizando o material I de superfície entre 0-10 cm. Mediante a observação das funções da areia, pode-se notar a ocorrência de uma segunda camada entre 10-82 cm que no campo receberam as designações de A2 e Bt1.

Entretanto, nesta segunda camada, a distribuição de titânio é diferente da apresentada pela areia, evidenciando a ocorrência (dentro da camada de 10-82 cm), de um horizonte localizado entre 10-40 cm que caracteriza possivelmente um Ab2. Portanto, a designação A2 feita no campo fica alterada para um horizonte enterrado.

A distribuição das areias na camada 82-140 cm é concordante com as observações de campo, que evidenciam a presença de um horizonte argílico descontínuo caracterizado pelo 2Bt2. Da mesma forma para o mesmo material III, o titânio não mostrou tal descontinuidade, possivelmente devido a pedogênese atual, que pode ter mascarado os conteúdos de titânio mediante a translocação de argila. Finalmente, no material IV, localizado na profundidade 140 - ➤140 cm há concordância nas distribui

ções das areias e titânio com as descrições de campo. Este material é constituído por elementos texturais mais grosseiros classificados no campo como horizonte 3C.

As funções de elementos metaestáveis, tais como sílica total, ferro total e alumínio total, apresentam as mesmas tendências das funções de areias.

Por outro lado, as funções dos elementos móveis (instáveis), tais como a saturação em bases e o alumínio trocáveis, são concordantes com a distribuição das areias. Nos demais, argila total e argila dispersa, ferro livre, carbono orgânico, capacidade de troca catiônica, são concordantes com as tendências até 82 cm, de profundidade. A não concordância destes elementos com as outras funções de profundidade são devidas ao fato de serem eles móveis.

Já por sua vez, os modelos sequenciais ou pedológicos, contribuem no melhor entendimento dos processos evolutivos facilitando também a identificação de possíveis discontinuidades mediante quebras acentuadas nas suas tendências.

Através dos gráficos apresentados na Figura 9, pode-se notar que a distribuição da argila mostra a existência de perda deste material nas primeiras camadas e acúmulo nas camadas mais inferiores, principalmente no Bt1. Consequentemente,

Pedon I

FIG. 9 - Funções de profundidade dos elementos estáveis, metais estáveis e móveis caracterizados nos modelos de sequência pedológica.

tais resultados levam à conclusão de que o processo de lessivagem (BUOL et alii, 1973) ou de movimentação e acúmulo do plasma é ativo neste horizonte. Por outro lado, os dados para ganhos e perdas do horizonte 2Bt2 demonstram que atualmente está havendo lessivagem nesta camada.

PEDON 1

Data: 13/12/1976

Descrição: J.E.S. Pessotti e J. R. Jimenez R.

Classificação: BRUNIZEM AVERMELHADO, textura limosa.

Fluventic Argiustoll barro fino, misto, isohi -
pertérmico.

Localização: Estrada Pirapora-Montes Claros aproximadamente
1 km de Guaicuí, pelo lado esquerdo em estrada
secundária por 5,5 km e a 250 metros da margem
direita do rio São Francisco.

Geologia: Quaternário-Holoceno.

Material de Origem: Sedimentos argilo-limosos fluviais.

Relevo local: Plano.

Relevo Regional: Plano.

Fisiografia: Diques A.1.1.

Vegetação: Floresta ciliar.

Drenagem: Acentuadamente drenado.

Morfologia:

A11 0- 10 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); barro limoso (bra/br); blocos subangulares médios e finos, débil, friável, plástico, pegajoso; raízes grossas a finas, abundantes, muito grossas, raras; galerias biológicas menores que 10 mm algumas preenchidas com material preto (N/), abundantes; poros médios, caóticos, descontínuos, abundantes; carvões pequenos, comuns; limite transitando gradualmente.

A12 10- 40 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); barro limoso (br); blocos subangulares médios e grandes, forte; friável, plástico, pegajoso; raízes grossas a finas; abundantes; galerias biológicas menores que 10 mm abundantes, algumas preenchidas com material preto (N2/); poros médios e finos, horizontais e oblíquos, contínuos, abundantes; carvões pequenos, raros; limite ondulado, gradual.

- B2   40- 82 cm; pardo escuro (7,5YR 4/4 úmido); barro limoso (R); prismática média, moderada; friável, muito plástico, muito pegajoso; cerosidade moderada , planos verticais e horizontais; películas médias, abundantes; raízes finas, comuns; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns; poros médios, descontínuos, caóticos, abundantes; limite ondulado, gradual.
- IIB2   82-140+cm; alaranjado (5YR 4/6 úmido); barro (ra); maciço que se rompe em prismas grandes fortes; firme, plástico, pegajoso; cerosidade fraca nos planos verticais e horizontais, películas finas, comuns; raízes finas, poucas; galerias biológicas menores que 5 mm, poucas; poros finos e médios, caóticos, descontínuos, comuns; limite irregular, difusa.
- IIIC   140+cm; sem estrutura.

Quadro 5 - Pedon 1 (calculando em base a uma espessura constante de 5 cm para cada horizonte).

I

Areia (f+mf) Índice	Da d 3 g/cm ³	Peso presente g/horiz.	Índice g/cm ³	Presente g/horiz.
25.46	1.4	7.0	0.356	1.782
35.58	1.6	8.0	0.569	2.845
29.49	1.6	8.0	0.472	2.360
55.78	1.8	9.0	1.004	5.020
85.39	1.8	9.0	1.537	7.685

II

Índice Original g/cm ³ g/horiz.	Fator de correção	Da org. g/cm ³	Da org. C g/cm ³	Vol.orig. cm ³ /horiz.	Vol.orig. cm ³ cor. cm ³ /horiz.	Peso orig. g/horiz.		
0.430	2.150	0.828	1.52	1.46	4.795	3.970	5.7962	
0.615	3.075	0.925	1.59	1.60	5.000	4.625	7.4000	
0.895	4.475	0.527	1.69	1.65	4.848	2.555	4.2160	
1.275	6.375	0.787	1.84	1.82	4.945	3.892	7.0830	
1.537	7.685	1.000	1.93	1.87	4.813	4.813	9.0000	
		Da org.	Da org.C					
		1.71	1.68				19.855	33.4950

Quadro 5 - Continuação.

III

Argila presente g/horiz.	Argila 3 g/cm	Original g/horiz.	Mudança argila g/horiz.	Mudança volume g/horiz.	Mudança peso g/horiz.	Translocao de argila g/horiz.
0.980	1.219	1.009	-0.029	0.655	1.204	-0.549
1.504	1.335	1.235	0.269	-2.070	0.600	-0.267
1.816	1.377	0.726	1.090	1.337	3.784	-0.245
1.611	1.519	1.195	0.416	0.921	1.917	-0.996
1.476	1.561	1.561	-0.085	0.000	0.000	0.000
7.387			1.661	0.843	7.505	-2.057

Quadro 5 - Continuação

Ferro total As presente g/horiz.	Ferro As g/cm ³	total original g/horiz.	Mudança de ferro total g/horiz.
0.322	0.201	0.166	0.156
0.408	0.220	0.204	0.204
0.432	0.227	0.120	0.312
0.360	0.250	0.198	0.162
0.243	0.257	0.257	-0.014
1.765			0.820

Peso presente ferro livre g/horiz.	Ferro livre g/cm ³	original g/horiz.	Mudança ferro livre g/horiz.
0.161	0.178	0.147	0.014
0.232	0.195	0.180	0.052
0.264	0.202	0.106	0.158
0.216	0.222	0.175	0.041
0.216	0.228	0.228	-0.012
1.089			0.253

Quadro 5 - Continuação

Peso presente Alumínio total As g/horiz.	Alumínio total g/cm ³	Al _{As} original g/horiz.	Mudança Alumínio total As g/horiz.
0.665	0.230	0.190	0.475
0.744	0.252	0.233	0.511
0.800	0.260	0.137	0.663
0.477	0.287	0.226	0.251
0.279	0.295	0.295	-0.016
2.965			1.884

Peso presente Alumínio trocável g/horiz.	Alumínio trocável g/cm ³	Al _{original} g/horiz.	Mudança Alumínio trocável g/horiz.
0.07	0.406	0.336	-0.266
0.08	0.445	0.412	-0.322
0.08	0.468	0.246	-0.166
0.27	0.506	0.398	-0.128
0.45	0.520	0.520	-0.070
0.95			-0.962

Quadro 5 - Continuação

Peso presente M.O. g/horiz.	M.O. original g/cm ³	g/horiz.	Mudança M.O. g/horiz.
0.497	0.016	0.013	0.484
0.192	0.018	0.016	0.176
0.080	0.018	0.010	0.070
0.027	0.020	0.016	0.011
0.018	0.021	0.021	-0.003
0.796			-0.744

Peso presente Sílica total _{As} g/horiz.	Sílica total _{As} Original g/cm ³	g/horiz.	Mudança Sílica As g/horiz.
0.931	0.409	0.399	0.592
1.128	0.448	0.414	0.714
1.200	0.462	0.243	0.957
0.864	0.509	0.401	0.463
0.495	0.523	0.523	-0.028
4.618			2.698

Quadro 5 - Continuação.

Peso presente Titânio _{As} g/horiz.	Titânio _{As} Original g/cm ³		Mudança Titânio _{As} g/horiz.
0.039	0.041	0.034	0.005
0.050	0.045	0.042	0.008
0.058	0.046	0.024	0.034
0.059	0.051	0.040	0.019
0.050	0.052	0.052	-0.002
0.256			0.064

Peso presente Índice de areias f + mf	Índice de areias original f + mf		Mudança no Índice de areias f + mf
1.7822	6.3448	5.2535	-3.5315
2.8464	6.9532	6.4317	-3.5853
2.3592	7.1705	3.7788	-1.4196
5.0202	7.9092	6.2246	-1.2044
7.6851	8.1265	8.1265	-0.4414

Esta mesma tendência do modelo para a argila, mostra a perda nas camadas superiores e ganho nas inferiores, acompanhada pelo ferro total, ferro livre, alumínio total, sílica e titânio, os quais apresentam pequenas quebras nas mesmas profundidades que a argila, evidenciando uma vez mais a heterogeneidade dos materiais que constituem este pedon.

Em relação ao Índice de areias e, à medida que, os valores são mais negativos, é notório os incrementos dos parâmetros relacionados com o peso e o volume. Tais resultados são bastante concordantes com as discontinuidades já discutidas e encontradas no campo (Figura 9).

De acordo com os resultados obtidos no campo e os relativos ganhos e perdas, observados nos gráficos, pode-se estabelecer a seguinte sequência de materiais, propondo-se ao mesmo tempo, a designação dos horizontes:

Material	Profundidade em cm	Horizontes
I	0- 10	A1
II	10- 82	A2b - Bt1
III	82-140	2Bt2
IV	+140	3C

Tal sequência, é justificada pelos modelos de profundidade e sequenciais que sempre apresentam tais discontinuidades. A primeira deposição relacionada ao horizonte A1 é pedologicamente diferente da camada abaixo em relação ao desenvolvimento da estrutura, apesar da cor ser semelhante. Por outro lado, se for levado em consideração a posição deste pedon na paisagem, exposto a sucessivos transbordamentos, e acúmulo de silte justifica-se a ocorrência desta camada (Figura 10).

O material II, já apresenta um desenvolvimento mais acentuado e evidencia de processos pedogenéticos, observados tanto no campo nos modelos sequenciais e de profundidade. O material desta camada é siltoso, rico em minerais primários intemperizáveis e cátions alcalinos, possuindo reação ligeiramente ácida. O desenvolvimento pedogenético é evidenciado principalmente pela estrutura em blocos subangulares e prismática, presença de cerosidade em faces verticais e horizontais dos pedos. Consequentemente, pode-se afirmar que o processo de lessivagem é ativo nesta camada (Quadro 5).

Apesar do material III ser semelhante ao II em relação a cor, ele difere deste pelo desenvolvimento da estrutura. Entretanto, os modelos sequenciais têm demonstrado que entre as camadas II e III existe um decréscimo, mas não uma quebra nas propriedades, aspecto este também confirmado pelos modelos de

FIG.10 - RELAÇÕES DAS PAISAGENS COM A TEXTURA DOS SOLOS

profundidade referentes ao titânio e saturação de bases (Quadro 5 e Figura 9), além de apresentar cerosidade nas faces horizontais e verticais dos peds. O que pode ter ocorrido neste caso é devido aos processos pedogenéticos, houve mascaramento da heterogeneidade das características, e o material III torna-se semelhante ao II. Por outro lado, a camada IV, (agora camada III), é formada por material bastante contrastante com as demais, evidenciada pelos modelos sequenciais e de profundidade. No campo, esta camada foi caracterizada pela presença de um limite abrupto e suave entre esta camada e o horizonte suprajacente 2Bt2, além da textura mais grosseira e a estrutura com os grãos soltos.

O Pedon 1 é o mais fértil da topossequência, apresentando valores elevados de bases. Provavelmente, isto se deve à riqueza de minerais intemperizáveis existentes em sua fração areia e a menor intensidade da ação lixiviante.

De acordo com os resultados aqui discutidos, a sequência final de horizontes e camadas, pode ser assim designada:

Material	Profundidade em cm	Horizontes
I	0- 10	A1
II	10-140	Ab2,Bt1,2Bt2
III	+140	3C

4.4.3. Solos de terraço muito baixo (A.2.1.)

Representados pelo Pedon 2, localizado como terraço muito baixo (A.2.1.) na posição transicional entre basins (Baixos, A.1.2.) e os terraços altos (A.2.2.), com declividade de 1 a 2 % (Figuras 5 e 7).

Ocupam uma posição que reflete certa estabilidade, devido ao desenvolvimento de características de diferenciação entre horizontes do solo. Entretanto, se apresentam influenciados pela presença de um nível freático flutuante, devido a sua proximidade das áreas deprimidas (basins), que permanecem regularmente saturadas durante a maior parte do ano, conferindo características especiais a estes materiais. É possível a ocorrência de transbordamentos do rio, nas épocas de alta carga, contribuindo para o recapeamento dos materiais anteriores. Isto pode ter sucedido entre o final do Pleistoceno e o início do Holoceno, época em que o Rio São Francisco devia ter seu leito nos basins (A.1.2.), ainda que por tempo bastante reduzido, pouco antes de encaixar-se pela falha na qual hoje ocorre (Figura 6).

A vegetação é a de campina de várzea, associada a áreas de cerrado ralo e de porte baixo, denominada também como formação de pântano tipo sabana.

Esta posição é ocasionalmente inundável na época de maior precipitação, uma vez que o nível freático se eleva podendo chegar até a superfície, descendo posteriormente até a uma profundidade maior de 150 cm na época seca. Os materiais dos terraços muito baixos (A.2.1., Figura 5), apresentam texturas médias a finas e porosidade abundante, o que facilita o processo de lessivagem. Estes processos se vêm favorecidos, presumivelmente devido à presença de argilas, já formadas nestes materiais e que logo depois de ser depositadas pelo rio, são removidas para os horizontes mais profundos, favorecendo, portanto, a formação dos horizontes texturais. O sub-solo é constituído por horizontes e/ou camadas mais grosseiras e mais compactadas, com processos de plintificação evidentes.

Esta variação de materiais em profundidade é o motivo pelo qual não se tomou um único material como elemento original para todos os solos, obrigando a desenvolver modelos independentes para cada Pedon.

O teor da matéria orgânica na superfície é médio, devido possivelmente a posição mais elevada que ele ocupa, fato este que facilita uma maior oxidação da matéria orgânica e o decréscimo paulatino com a profundidade.

A posição do Pedon 2 na paisagem é essencialmente de instabilidade temporária, podendo ser incluído no que TRICART

(1977), designou como meios "intergrade" que no caso do Pedon 1, é definida pela presença dos horizontes texturais (Bt), evidenciados morfologicamente mostrando a possibilidade deste solo e estar passando por um período de estabilidade, refletida pelo desenvolvimento de características diferenciadoras nos horizontes do solo.

Relacionando os processos pedogeoquímicos com características do solo, e utilizando os critérios de MELFI e PEDRO (1977, 1978) é possível classificar este Pedon 2 como solos onde domina a hidrólise parcial "intergrade".

As características mineralógicas deste solo (PESSOTTI, 1980), mostra que existe dominância de minerais 1:1 (grupo de caulinita), e 2:1 e/ou 2:2 (possivelmente mica e interestratificados), na fração argila, e presença de alguns minerais intemperizáveis nas frações silte e areia. Utilizando os critérios de MELFI e PEDRO (1977, 1978), a respeito da classificação pedogeoquímica, o Pedon 2 pode ser considerado, como originado através do processo hidrolítico parcial, onde as reações de monossilização e bissialitização (ou laterização intermediária, JACKSON, 1965) predominam.

Considerando que as frações mais grosseiras possuem minerais intemperizáveis (PESSOTTI, 1980), o "grau de alte

ração" deste pedon pode ser expresso como inferior a 100, isto é, existe diferenças nas velocidades de desalcalinização primária e secundária, motivando com isto uma saturação em bases (Quadro 6) relativamente elevada por um tempo prolongado.

Como a mineralogia da fração argila é heterogênea, o grau de alteração é inferior a 100, e os valores do K_i entre 2 e 2.4, o tipo de alteração é caracterizada como sialítica mista (MELFI e PEDRO, 1977, 1978).

Este Pedon, pode ser classificado dentro de solos dessaturados, de meios dessaturados e aluminizados, tomando-se em consideração a saturação total do solo. As condições pedoclimáticas é possível definí-las em relação ao aspecto termohídrico como dominado pela hidromorfia.

O Pedon 2 é típico da posição de terraço muito baixo inundável e, por conseguinte, é imperfeitamente drenado. Tem textura média na superfície, passando para fina em profundidade; a cor é pardo-escura na superfície e pardo muito pálido em profundidade, o desenvolvimento de estrutura em blocos moderados a forte na superfície e prismática moderada que se desfaz em blocos moderados em profundidade. A presença de cerossidade nos horizontes de transição B e A no Bt1, evidenciam uma possível translocação de argila. Além de tal fato, mudan -

Quadro 6 - Características pedogeoquímicas do Pedon 2.

Horizontes	Fração Argila Solo total	Estado de saturação	Taxa de saturação	Natureza dos cátions externos	Tipos de Meios	Estabilidade dos constituintes argilosos	Intensidade de aluminização em meq/100 g
A1			5,6				
B e A	Argila	Complexo dessaturado	16,6	Al ⁺⁺⁺ , H ⁺	Aluminizado	Muito insatáveis	
Bt1			25,0	Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , K ⁺	dessaturado	relativamente estáveis	
2Btpn2		< 35 %	8,0				
	Solo	Complexo	50	Al ⁺⁺⁺ , H ⁺	Aluminizado	Muito insatáveis	1 < Al < 4
	Total	dessaturado	10	Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , K ⁺	dessaturado	relativamente estáveis	Aluminização notável

ças simultâneas na reação do solo, observadas entre os dois horizontes superficiais e os inferiores, foram identificadas como descontinuidades genéticas.

Nas funções de areias e titânio para o Pedon 2 (Figura 11.1.), observou-se três tendências de descontinuidades de materiais confirmadas pelas observações de campo. Tanto as funções de areia, como a de titânio, são concordantes no que diz respeito aos materiais superficiais e de profundidade, caracterizando o material I de superfície entre 0-8 cm, que no campo foi designada como A1, é evidente a ocorrência de outra camada (II), entre 8-89 cm, que no campo receberam as designações de B2 e B 3/C, e por último, uma camada (III) entre 89 e $\geq$ 150 cm, que recebeu a designação de IICpn. Dentro da camada (II) é possível caracterizar os horizontes B e A entre 8-34 cm, e entre 34-89 cm, um Btl. O mesmo ocorreu com a camada (III), na qual modificou-se a designação do horizonte entre 89 e $\geq$ 150 cm, para 2Btpn2. Portanto, as designações feitas no campo, foram totalmente alteradas na base destas funções.

As funções de elementos metaestáveis, sílica total, ferro total e alumínio total, apresentam as mesmas tendências das funções de areias e titânio, exceto para o ferro total que denota a presença de quatro camadas, ajudando a justificar as mudanças efetuadas na designação dos horizontes.

Por outro lado, as funções dos elementos móveis (instáveis), saturação em bases, alumínio trocável, capacidade de troca, ferro livre e argila total, são concordantes com a distribuição apresentada pelas funções de areias e titânio. O carbono orgânico e argila dispersa, mostram tendências similares entre si, porém, discordam das outras funções, devido ao fato de serem elas mais facilmente modificáveis, durante os processos pedogenéticos (Figuras 11 e Quadros 7).

Por sua vez, os modelos sequenciais ou pedológicos facilitam o entendimento dos processos evolutivos e a identificação de possíveis discontinuidades mediante quebras acentuadas nas suas tendências.

Através dos gráficos apresentados na (Figura 12, Quadro 8), pode-se notar que a distribuição da argila evidencia três sequências de movimentação deste material, que ajudam a definir melhor os horizontes de acúmulo; assim, o primeiro entre 8-34 cm, com uma incipiente acumulação de argila designado como B e A e um acúmulo bastante notório no Bt1. Consequentemente, tais resultados levam a conclusão de que o processo de lessivagem (BUOL et alii, 1973) ou de movimentação e acúmulo do plasma é ativo neste horizonte. Por outro lado, os dados de ganhos e perdas para o horizonte 2Btpn2 tem demonstrado também que atualmente está havendo lessivagem nesta camada.

Fig. 111- Modelos de Profundidade estabelecidos mediante a distribuição da Densidade aparente em g/cm^3 (a); Areia fina mais muito fina livre de argila em mg/cm^3 (b); Titânio mg/cm^3 (c); e Sílica total mg/cm^3 (d).

Pedon 2

Fig.11.2 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição do Alumínio total mg/cm³(a), Ferro total mg/cm³(b); índice Ki (c); e Carbono orgânico mg/cm³(d).
Pedon 2

Fig. 11.3 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição da Argila total mg/cm³ (a); Capacidade de troca cationica da argila mg/cm³ (b); Bases trocáveis mg/ (c); e Argila dispersa em água mg/cm³ (d).
Pedon 2

Fig.11.4 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição do Alumínio trocável mg/cm^3 (a), e Ferro livre mg/cm^3 (b).

Pedon 4

Quadro 7 - Distribuição de partículas por tamanho e propriedades físico-químicas do Pedon 2.

Profun- didade cm	Hori- zonte	Densi- dade g/cm ³	Classe, tamanho e diâmetro das partículas (mm)										Argila Disper- sa %	Clas- se Tex- tu- ral	Argila total propor- ção
			Areias %					Areia total							
			mg	g	m	f	mf	%	0,05- 0,002	%	Argila total ≤0,002	%			
0- 8	A1	1,3	-	0,5	0,8	1,1	0,7	3,1	60,7	36,2	21,3	brl	0,59		
8- 34	B1	1,5	-	0,2	0,8	1,4	1,0	3,4	62,1	34,5	2,2	brl	0,06		
34- 89	B2	1,4	-	0,1	0,5	1,0	1,0	2,6	56,8	40,6	1,0	rl	0,02		
89-150	IIB2pn	1,7	0,4	0,9	7,0	18,0	8,2	34,5	36,4	29,1	1,0	br	0,03		

Quadro 7 - Continuação

H ₂ O	pH 1:1	KC1	Matéria Orgânica				CTC meq/100 g soma	Fe ₂ O ₃ livre %
			C.Ø. %	NT %	C/N	M.O %		
3,7		3,1	2,4	0,20	12,0	4,1	4,21	2,8
3,8		3,2	1,0	0,08	12,5	1,7	2,86	2,8
4,2		3,2	0,4	0,04	10,0	0,7	3,02	3,8
4,5		3,3	0,2	0,02	10,0	0,3	3,64	2,5

Quadro 7 - Continuação

Complexo sortivo meq/100 g						V	CTC meq/100 g argila
Ca	Mg	K	Na	H + Al	Al		
0,96	0,58	0,47	0,10	2,1	1,20	50	11,63
0,25	0,06	0,10	0,09	2,4	2,27	17	8,29
0,07	0,08	0,06	0,09	2,7	2,32	10	7,44
0,18	0,19	1,15	0,06	2,1	1,73	43	12,51

Quadro 7.1.1. - Distribuição de partículas por tamanho livres de argila.

100-Argila (Total Areia+Sil- te) %	Nova areia total livre de ar- gila-%	Peso por centual- de areia livre de argila (fat.Índ.)	Novo to- tal de areia %/ Areia to- tal/fa- tor	Classes de tamanho e diâmetro de partícu- las (mm) livres de argila %					f + mf mg/cm ³	
				mg	g	m	f	mf		f+mf
63,8	4,86	2,82	1,57	-	0,78	1,25	1,72	1,10	2,82	36,66
65,5	5,19	3,66	1,53	-	0,76	1,22	2,14	1,53	3,70	55,00
59,4	4,40	3,38	1,69	-	0,17	0,84	1,68	1,68	3,36	47,09
70,9	46,66	26,95	1,35	0,56	1,27	9,87	25,39	11,57	36,96	628,24

Quadro 7.2. - Peso por unidade de volume de alguns constituintes móveis.

C.O. mg/cm ³	Bases mg/cm ³	Argila total mg/cm ³	Argila dispersa mg/cm ³	Ferro livre mg/cm ³	Alumínio mg/cm ³	Fósforo mg/cm ³	CTC mg/cm ³ argila	CTC da soma mg/cm ³	S mg/cm ³
31,2	650	470,6	276,9	36,4	1,56	0,05	15,12	5,47	2,73
15,0	255	517,5	33,0	42,0	3,41	0,03	12,44	4,29	0,75
5,6	140	568,4	14,0	53,2	3,25	0,01	10,42	4,23	0,42
3,4	731	494,7	17,0	42,5	2,94	0,03	21,27	6,19	2,72

Quadro 7.3. - Peso por unidade de volume de constituintes menos instáveis e mais estáveis.

Ataque sulfúrico				Ki	Kr	Ditio <u>ni to</u> - <u>ci tra</u> to de sódio		Porcentagem aproxi mada de ferro e alumínio da fração argila por diferen ça		
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂			Mn ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃		Al ₂ O ₃	
mg/cm ³						mg/cm ³		Fe _{As} -Fe _{de} Al _{As} -Al _{de}		
282,1	208,0	71,5	5,98	17,32	2,31	1,89	2168,4	613,6	910,0	1261,0
343,5	277,5	76,5	7,50	12,15	2,10	1,79	1833,0	798,0	1140,0	1455,0
358,4	295,4	92,4	7,84	10,58	2,06	1,72	1456,0	645,4	1176,0	1372,0
255,0	112,2	68,0	7,14	11,32	3,86	2,79	2331,0	1164,5	1122,0	1530,0

PEDON 2

Data: 13/12/1976

Descrição: J.E.S. Pessotti e J.R. Jimenez R.

Classificação: GLEY POUCO HÚMICO, EPIEUTRÓFICO, Álico, A moderado, textura média.

Oxic Plinthaquult fino, misto, isohipertérmico.

Localização: Estrada Pirapora-Montes Claros aproximadamente 1 km de Guaicuí penetrando-se a esquerda por uma secundária, cerca de 2.800 m.

Geologia: Quaternário-Holoceno.

Material de Origem: Sedimentos argilosos retrabalhados.

Relevo Local: Plano.

Relevo Regional: Plano, com áreas deprimidas.

Fisiografia: Terraços muito baixos A.2.1.

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

Drenagem: Imperfeitamente bem drenado.

Morfologia:

- A1   0- 8 cm; pardo escuro (10YR 4/3 úmido); barro argilo limoso (brl/rl)); blocos subangulares médios e finos, moderado; friável, muito plástico, muito pegajoso; raízes finas e muito finas, abundantes; galerias biológicas maiores que 10 mm, abundantes; poros médios e finos, caóticos, descontinuos, abundantes; limite ondulado, claro.
- B1   8- 34 cm; matriz pardo amarelo claro (10YR 6/4 úmido), com 15 % vermelho (2,5YR 5/8), pequeno, distinto; barro argilo limoso (rl); blocos subangulares médios e grandes, forte; friável, muito plástico, muito pegajoso; cerosidade fraca; pouca em alguns planos; raízes muito finas, poucas; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns; algumas com preenchimento de argila cimentando areia fina; poros finos, caóticos, descontinuos, abundantes; limite ondulado, claro.
- B2   34- 89 cm; matriz pardo muito pálido (10YR 7/3 úmido) com 15 % vermelho (2,5YR 5/8) de acumulação de ferro, médios, distintos; argilo limoso (rl); prismática grande que se rompe em blocos médios e grandes, moderado; friavel, muito plástico, mu

to pegajoso; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns; poros médios, caóticos, descontínuos, abundantes; acumulações ferruginosas vermelhas e/ou misturadas com argila; limite ondulado, gradual.

IIB2pn 89-150+cm; matriz pardo muito pálido (10YR 7/3 úmido) com 30 % vermelho (2,5YR 5/8); ferruginosas, distintas, abrupto; barro argiloso (ra); prismática que se rompe em blocos subangulares médios, moderado; friável, muito plástico, muito pegajoso; poros médios, caóticos, descontínuos, abundantes; acumulações de ferro em áreas irregulares, vermelhas; seixos quartzíticos menores que 20 mm dispersos no horizonte.

Observação: B2 apresenta crotovinas menores que 30 mm na base, comuns.

Pedon 2

FIG. 12 – Funções de profundidade dos elementos estáveis, metaestáveis e móveis caracterizados nos modelos de sequência pedológica.

Quadro 8 - Modelos sequenciais ou pedológicos (calculando em base a uma espessura constante de 5 cm para cada horizonte).

I

Areia (f+mf) Índice	Da 3 g/cm ³	Peso presente g/horiz.	Índice g/cm ³	Presente g/horiz.
2.82	1.3	6.5	0.0367	0.184
3.67	1.5	7.5	0.0551	0.083
3.36	1.4	7.0	0.0470	0.066
36.97	1.7	8.5	0.6285	1.068

II

Índice Original g/cm ³	Fator de correção	Da org. g/cm ³	Da org. C g/cm ³	Vol. orig. cm ³ /horiz.	Vol. orig.cor. cm ³ /horiz.	Peso orig. g/horiz.
0.046	0.798	1.39	1.35	4.815	3.842	5.19
0.043	1.281	1.45	1.48	5.068	6.492	9.61
0.344	0.137	1.55	1.48	4.740	0.648	0.96
0.707	0.889	1.68	1.69	5.030	4.471	7.56

Quadro 8 - Continuação

III						
Argila presente g/horiz.	Argila 3 g/cm	Original g/horiz.	Mudança argila g/horiz.	Mudança volume g/horiz.	Müdança peso g/horiz.	Translocação de argila g/horiz.
2.353	1.990	1.588	0.765	2.650	1.31	1.34
2.588	2.182	2.795	-0.207	-5.844	-2.11	-3.73
2.842	2.182	0.299	2.543	3.823	6.04	-2.22
2.474	2.492	2.215	0.259	0.000	0.94	-0.94
10.257			+3.360	+0.629	+6.18	-5.55

Quadro 8 - Continuação

Ferro total As presente g/horiz.	As g/cm ³	Ferro total original g/horiz.	Mudança de ferro total g/horiz.
0.3575	0.274	0.219	0.139
0.3825	0.300	0.384	-0.002
0.4620	0.300	0.041	0.421
0.3400	0.343	0.305	0.035
1.5420			0.593

Peso presente ferro livre g/horiz.	Ferro livre g/cm ³	original g/horiz.	Mudança ferro livre g/horiz.
0.1820	0.171	0.136	0.046
0.2100	0.187	0.240	-0.030
0.2660	0.187	0.026	0.240
0.2125	0.214	0.190	0.023
0.8705			0.279

Quadro 8 - Continuação

Peso presente Alumínio total As g/horiz.	Alumínio total _{As} g/cm ³	original g/horiz.	Mudança Alumínio total As g/horiz.
1.0400	0.4514	0.360	0.68
1.3875	0.4949	0.634	0.75
1.4770	0.4949	0.068	1.41
0.5610	0.5651	0.502	0.06
4.4655			2.90

Peso presente Alumínio trocável g/horiz.	Alumínio trocável g/cm ³	original g/horiz.	Mudança Alumínio trocável g/horiz.
1.82	3.57	2.85	-1.03
5.93	3.92	5.02	0.91
5.39	3.92	0.54	4.85
4.00	4.47	3.98	0.02
17.14			4.75

Quadro 8 - Continuação.

Peso presente M.O. g/horiz.	M.O. original g/cm ³	M.O. original g/horiz.	Mudança M.O. g/horiz.
0.27	0.023	0.018	0.252
0.13	0.025	0.032	0.098
0.05	0.025	0.003	0.047
0.03	0.029	0.025	0.005

Peso presente Sílica total _{As} g/horiz.	Sílica total _{As} Original g/cm ³	Sílica total _{As} g/horiz.	Mudança Sílica As g/horiz.
1.4105	1.026	0.819	0.5915
1.7175	1.125	1.441	0.2765
1.7920	1.125	0.154	1.6380
1.2750	1.284	1.142	0.1330
6.1950			2.6390

Quadro 8 - Continuação

Peso presente Titânio g/horiz.	Titânio g/cm ³	Original g/horiz.	Mudança Titânio g/horiz.
0.0300	0.0287	0.02300	0.0070
0.0375	0.0315	0.04030	-0.0028
0.0392	0.0315	0.00430	0.0349
0.0357	0.0360	0.03197	0.0037
0.1420			0.0430

Peso presente Índice de areias f + mf	Índice de areias original f + mf	Mudança no Índice de areias f + mf	
0.1833	2.5290	2.0180	-1.835
0.2753	2.7723	3.5510	-3.276
0.2352	2.7723	0.3798	-0.145
3.1246	3.1656	2.8142	0.311

A mesma tendência do modelo para argila, perda nas camadas superiores e ganho nas inferiores, é acompanhada pelo ferro total, ferro livre, alumínio total, sílica total, titânio e alumínio trocável, os quais mostram também pequenas quebras nas mesmas profundidades da argila, evidenciando uma vez mais a heterogeneidade dos materiais que constituem este Pedon.

Em relação ao índice de areias e, à medida que os valores são mais negativos, é notória a tendência de negatividade dos parâmetros de volume no primeiro horizonte e de peso em todo o Pedon. Entretanto, o volume se vê incrementar na medida em que o índice se torna menos negativo. Tais resultados são bastante concordantes com as discontinuidades já discutidas nos gráficos de profundidade.

De acordo com os resultados obtidos no campo e os de ganho e perdas dos modelos de sequência, pode-se estabelecer a sequência de materiais, propondo ao mesmo tempo, a designação dos horizontes:

Material	Profundidade em cm	Horizontes
I	0- 8	A1
II	8- 89	B & A - Bt1
III	89-150	2Btpn2

Tal sequência se justifica devido ao fato de que todos os modelos de profundidade e sequências sempre apresentam tais descontinuidades. A primeira deposição relacionada ao horizonte A é pedologicamente diferente da camada abaixo em relação ao desenvolvimento da estrutura e cor. Por outro lado, se for tomada em conta a posição deste pedon na paisagem de ter - raço muito baixo, inundável frequentemente pela ação dos transbordamentos do rio.

O material II já apresenta um desenvolvimento mais acentuado dos processos pedogenéticos, observados tanto no campo como nos modelos sequenciais e de profundidade. O material desta camada é siltoso, rico em minerais primários intemperizáveis e cátions alcalinos possuindo reação muito ácida. O desenvolvimento é evidenciado pela estrutura em blocos e prismática, presença de cerosidade pouca e acumulações ferruginosas e de argila indistintas, tanto pelas fácies de alguns pedos, como também em galerias biológicas. Consequentemente, pode-se afirmar que o processo de lessivagem é ativo nesta camada, representada pelos horizontes B e A e Bt1.

Apesar do material III ser semelhante ao II em cor, desenvolvimento e tipo de estrutura, ele difere deste pela presença de seixos presentes em toda a massa do horizonte 2Btpn2, e pela presença de mosqueamentos mais abundantes. Entretanto, os modelos sequenciais têm demonstrado que entre as camadas II e

III existe um decréscimo acentuado que pode ser considerado como uma quebra da maior parte das suas propriedades, fazendo-se notório que o material torna-se mais grosseiro, com respeito aos materiais suprajacentes, ocorrendo o mesmo com respeito aos cátions alcalinos, os quais são bem mais altos que os do horizonte superior. Estes aspectos confirmam a descontinuidade dos materiais e reforçam a hipótese geomorfológica de que o rio transitou no passado nesta paisagem durante um curto período de tempo acarretando materiais mais finos posteriormente, razão pela qual foi designado no campo como um horizonte descontínuo 2Btpn2.

O pedon 2 é moderadamente fértil, apresentando valores médios em bases, o que deve, provavelmente, à presença de minerais intemperizáveis existentes na sua fração areia e à redução da ação lixiviante.

4.4.4. Solos de terraço alto (A.2.2.)

Caracterizados pelo Pedon 3, que se apresenta num relevo regional ligeiramente dissecado, com declividade de 2 a 3 %. Situado na paisagem, que caracteriza um terraço antigo, originado pela sedimentação de materiais argilo-silto-arenosos, provenientes dos ciclos Sulamericano-Velhas e atual ação do rio São Francisco, de possível idade (relativa) Pleistoceno Superior e Holoceno Inferior.

A vegetação original é de bosque estacional decíduo, bosque baixo com dois estratos, que na sua maior parte estão sendo substituído por cerrado e gramíneas, devido a queimas sucessivas.

Os materiais dos terraços altos (A.2.2.) Figuras 5, 6 e 7, apresentam textura média e porosidade abundante, que podem facilitar os processos de lessivagem. Estes processos sob a vegetação mencionada, poderiam ter originado os horizontes texturais, entretanto, na atualidade, apresenta-se uma movimentação de argila em todo o solo, devido possivelmente a mudanças na cobertura vegetal, favorecendo com isto neo-processos de lessivagem e/ou transformação de argilas, observadas nas primeiras camadas destes materiais. O subsolo é constituído por materiais que apresentam um acréscimo em silte e argila, com presença de paleo-mosqueamento, que indica a posição do nível freático no passado e/ou mudança pedogenética do material de base, do qual são ficam testemunhas em forma de nódulos de argila, e que tem a mesma cor do horizonte mais profundo do Pedon 2. Torna-se, portanto, o primeiro estágio da superfície São Francisco caracterizada pela mistura de elementos sedimentares mais antigos e alguns recentes.

A acumulação da matéria orgânica nos materiais superficiais é baixa, devido possivelmente a variação estacional que juntamente com as queimas sucessivas contribuem na sua rápida mineralização e dispersão.

A posição do Pedon 3 na paisagem é estável, podendo ser incluído no que TRICART (1977) designou como meio "estável". Apresenta processos de pedogênese dominando a morfogênese, e estabilidade relativamente recente, caso frequente por causa das oscilações climáticas quaternárias, geralmente alcançadas a partir do final do Pleistoceno e início do Holoceno (mais ou menos 10.000 anos). As formas relíquias ocorrem devido às heranças paleo-climáticas, caso do horizonte 2Btpn2 (Plíntico).

Tentativamente, este pedon é classificado, com relação aos processos pedogeonômicos, tomando em consideração os critérios de MELFI e PEDRO (1977, 1978), como solos onde há dominância da hidrólise parcial com "intergrade", onde reações de monossialitização e bissialitização (ou laterização intermediária, JACKSON, 1965), predominam.

As características mineralógicas do pedon 3 (PESSOTTI, 1980), mostram que há dominância de minerais de retículo 1:1 (grupo da caulinita) e 2:2 (provavelmente mica e interestratificados), e baixos conteúdos de minerais intemperizáveis nas frações de silte e areia. Assim, o "grau de alteração" deste solo pode ser expresso como 100, com tipo de alteração rápida, permanecendo a saturação das superfícies dos constituintes secundários e cessando a decomposição química. Portanto, apresenta uma desalcalinização secundária, sem que a estrutura dos minerais de neoformação seja atingida, motivando uma solução em bases relativamente baixa, o que caracteriza o estado normal de um material maduro.

Como a mineralogia da fração argila é heterogênea, o grau de alteração igual a 100 e os valores do índice Ki superiores a 2 e inferiores a 4, o tipo de alteração deste solo, pode ser classificada como sialítica mista (MELFI e PEDRO, 1977 e 1978).

Entretanto, este pedon, pode ser incluído nos solos dessaturados, de meios "intergrade" entre aluminizado e dessaturado. Devido a essas condições pedoclimáticas é possível definir suas condições termo-hídricas como dominadas pela ortomorfia em meio confinado (Quadro 9).

O Pedon 3, típico da posição de terraço alto, encontra-se na parte média da paisagem, apresentando por sua vez drenagem boa, textura média em quase todo o perfil (com exceção da primeira camada que é mais grosseira) a cor parda acinzentada escura para os dois primeiros horizontes se altera para amarelo-avermelhada nos dois últimos, o desenvolvimento de estrutura em blocos moderados na superfície e prismas fracos em profundidade. É importante a presença de cerosidade a partir do segundo horizonte, evidenciando com isto uma possível translocação de argilas, além de simultâneas mudanças em consistência, limites entre horizontes e reação do solo, observadas no campo ainda que não definida como descontinuidade.

Quadro 9 - Características pedogeoquímicas do Pedon 3.

Horizontes	Fração Argila Solo total	Estado de satura- ção	Taxa de sa- tura- ção	Natureza dos cátions externos	Tipos de Meios	Estabilidade de dos cons- tituintes argilosos	Intensidade de alumi- nação em meq/100 g
A1			9,50				
B e A	Argila	Complexo dessatu- rado	8,60	Al ⁺⁺⁺ , H ⁺	Alumini- zado	Muito instá- veis	
Bt1		< 35 %	11,00				
2Btpn2			18,00	Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , K ⁺	Dessatu- rado	Relativamen- te estáveis	
	Solo to- tal	Dessatura- do	88	Al ⁺⁺⁺ , H ⁺	Alumini- zado	Muito instá- veis	1 < Al < 4 meq/100
			17	Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , K ⁺	Dessatu- rado	Relativamen- te estáveis	Alumini-za- ção notável

Para confirmar e/ou modificar em parte as observações de campo, foram desenvolvidos modelos de profundidade e de sequência pedológica que facilitassem esta fundamentação.

Os modelos de profundidade para elementos estáveis, areias e titânio recalculados em função de volume, contribuem para fundamentar as mudanças das descrições de campo, no que diz respeito aos variados estágios de desenvolvimento dos horizontes deste pedon.

Servindo-se das funções de areias e titânio para o pedon 3 (Figuras 13 e Quadros 10), observou-se três tendências que representam descontinuidades genéticas. As distribuições de areia, bem como as de titânio, mantêm coerência no que respeita à camada superficial, que caracteriza o material I entre 0-8 cm, e que recebeu a designação de horizonte A1. Nas funções de areia, pode-se observar a presença do material II entre 8-38 cm, designado no campo como horizonte B2, e do material III entre as profundidades de 38 e 140 cm que recebem as designações de B3 e Cpn.

Contudo, a distribuição do titânio difere das areias caracterizando a ocorrência do material II entre 8-100 cm, que provavelmente evidencia a existência de processos pedogenéticos mais homogêneos, designados no campo como horizontes B2 e B3; o material III foi identificado mediante esta mesma distri

Fig.13.1- Modelos de Profundidade estabelecidos mediante a distribuição da Densidade aparente em g/cm^3 (a); Areia fina mais muito fina livre de argila em mg/cm^3 (b); Titânio mg/cm^3 (c), e Sílica total mg/cm^3 (d)

Pedon 3.

Fig.13.2 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição do Alumínio total mg/cm^3 (a), Ferro total mg/cm^3 (b), Índice Ki (c); e Carbono orgânico mg/cm^3 (d).

Pedon

Fig.13.3 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição da Argila total mg/cm^3 (a); Capacidade de troca cationica da argila mg/cm^3 (b); Bases trocáveis $\text{mg}/\text{c.c.}$ (c); e Argila dispersa em água mg/cm^3 (d).
Pedon 3

Fig.13.4 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição do Alumínio trocável mg/cm^3 (a) e Ferro livre mg/cm^3 (b). Pedon 3.

Quadro 10 - Distribuição de partículas por tamanho e propriedades físico-químicas (Pedon 3).

Profun- dade cm	Hori- zonte	Densi- dade g/cm ³	Classe, tamanho e diâmetro das partículas (mm)							Argila Disper- sa %	Clas- se Tex- tu- ral	Argila total propor- ção
			Areias			Areia						
			%			Silte						
			mg	g	m	f	mf	total	0,05- total			
0- 8	A1	1,8	0,4	2,6	13,8	30,2	8,1	55,1	33,0	11,9	6,9	0,58
8- 38	B1	1,7	0,2	2,0	9,9	22,9	6,5	41,5	29,9	28,6	1,5	0,05
38-100	B2	1,6	0,5	1,3	5,1	15,5	5,3	27,7	34,5	37,8	1,0	0,03
100-140	IIB2pn	1,7	0,4	1,5	4,1	12,6	6,3	24,9	43,6	31,5	1,0	0,03

Quadro 10 - Continuação.

pH 1:1		Matéria Orgânica				CTC meq/100 g soma	Fe ₂ O ₃ livre %
H ₂ O	KCl	C.O. %	NT %	C/N	M.O. %		
4,6	3,7	1,1	0,10	11,0	1,9	3,51	0,8
4,2	3,2	0,3	0,03	10,0	0,5	3,44	1,1
4,0	3,2	0,3	0,03	10,0	0,5	3,30	1,6
4,1	3,3	0,2	0,02	10,0	0,3	2,89	2,9

Quadro 10 - Continuação

Ca	Complexo sortivo meq/100 g					V %	CTC meq/100 g argila
	Mg	K	Na	H + A1	A1		
1,46	0,84	0,74	0,04	0,43	0,26	88	29,50
0,18	0,45	0,74	0,02	2,05	1,71	40	12,03
0,12	0,19	0,45	0,02	2,52	2,19	24	8,74
0,12	0,14	0,20	0,02	2,41	2,13	17	9,17

Quadro 10.1.1. - Distribuição de partículas por tamanho livres de argila.

100-Argila (Total Areia+Silte) %	Nova areia total livre de argila %	Peso por centual de areia livre de argila (fat. ind.)	Novo total de areia %/ Areia total/ fat. ind.)	Classes de tamanho e diâmetro de partículas (mm) livres de argila					f + mf mg/cm ³	
				mg	g	m	f	mf		
88,1	63	43,5	1,45	0,45	2,95	15,7	34,30	9,2	43,47	782,40
71,4	58	41,2	1,41	0,28	2,80	13,9	32,10	9,1	41,20	700,40
62,2	45	33,4	1,35	0,80	2,10	8,2	24,92	8,5	33,44	535,05
68,5	36	27,6	1,30	0,58	2,19	6,0	18,40	9,2	27,60	469,20

Quadro 10.2. - Peso por unidade de volume de alguns constituintes móveis.

C.O. mg/cm ³	Bases mg/cm ³	Argila total mg/cm ³	Argila dispersa mg/cm ³	Ferro livre mg/cm ³	Alumínio mg/cm ³	Fósforo mg/cm ³	CTC ₃ mg/cm ³ argila	CTC da soma mg/cm ³	S mg/cm ³
19,8	1584	214,2	124,2	14,4	0,468	0,09	53,10	6,32	5,58
5,1	680	486,2	25,5	18,7	2,907	0,02	20,45	5,85	2,38
4,8	384	604,8	16,0	25,6	3,504	0,02	13,97	5,28	1,28
3,4	289	535,5	17,0	49,3	3,621	0,03	15,60	4,91	0,85

Quadro 10.3. - Peso por unidade de volume de constituintes menos instáveis e mais estáveis.

Ataque sulfúrico				Ki	Kr	Ditionito-citrato de sódio		Porcentagem aproximada de ferro e alumínio da fração argila por diferença
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ mg/cm ³	TiO ₂			Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ mg/cm ³	
99,0	66,6	19,8	3,96	2,40	2,03	1249,0	531,0	666,0 1656,0
204,0	146,2	37,4	6,12	2,37	2,04	1712,0	702,1	918,0 1615,0
227,2	168,0	53,0	6,24	2,30	1,92	2483,0	832,0	848,0 1500,0
248,2	189,0	86,7	7,14	2,34	1,73	1764,6	702,1	1360,0 1632,0

buição entre profundidades de 100 e >140 cm tendo sido designado como Cpn no campo.

A distribuição das areias na camada entre 38 e 140 cm, mostra que os horizontes caracterizados B3 e Cpn, que constituem o material III correspondem a um mesmo estágio pedogenético, e representam paleosolos de ambientes mais anaeróbicos, no passado, fato este, que sugere pensar que o rio e/ou nível freático estava mais perto da paisagem. Da mesma forma o titânio mostra uma tendência diferente, caracterizando uma descon^{ti}nuidade para o material III entre 100 e >140 cm, possivelmente devido à pedogênese atual, que pode ter mascarado os conteúdos de titânio mediante a translocação de argila.

As funções de elementos metaestáveis, tais como sílica total, apresentam as mesmas tendências das funções de areia, assim como as de ferro total e alumínio total são concor^{de}dantes com as do titânio.

PEDON 3

Data: 13/12/1976

Descrição: J.E.S. Pessotti e J.R. Jimenez R.

Classificação: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO PLÍNTICO, EPIEUTRÓFI
CO, Álico, A moderado, textura argilosa.
Plinthic Haplustult barro fino, siltoso, cauli-
nítico, isohipertérmico.

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

Geologia: Pleistoceno superior-Holoceno inferior.

Material de Origem: Sedimentos argilo-arenosos retrabalhados.

Relevo Local: Plano.

Relevo Regional: Plano a ligeiramente dissecado.

Fisiografia: Terraços Altos A.2.2.

Altitude: 480 m.

Vegetação: Floresta caducifolia transição a cerrado.

Drenagem: Boa.

Morfologia:

- A1 0- 8 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); barro arenoso (ba); blocos subangulares, médios a finos, moderado; muito friavel, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; raízes muito finas, abundantes, médias poucas; galerias biológicas menores que 5 mm, poucas; poros finos, caóticos, descontínuos, abundantes; limite ondulado, claro.
- B1 8- 38 cm; pardo forte (7,5YR 5/6 úmido); barro argiloso (ra); maciço que se rompe em blocos médios e grandes, moderado; friavel, muito plástico, muito pegajoso; raízes finas, raras; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns, poros finos e médios, verticais, descontínuos, abundantes ; acumulação ferruginosa em 5 %, alaranjado (5YR 5/8); cerosidade fina, pouca; limite ondulado , gradual.
- B2 38-100 cm; matriz amarelo avermelhado (7,5YR 6/8 úmido) com 20 % vermelho (2,5YR 4/6), médios, irregulares, distinto, brusco; barro argiloso (r/r1) ; prismas médios e grandes, fraco; muito friavel, muito plástico, muito pegajoso; raízes muito finas, raras; galerias biológicas menores que 5

mm, comuns, poros médios, oblíquos, descontínuos, abundantes; acumulações vermelhas de ferro e/ou argila, comuns e de argila em galerias grandes cimentando quartzo fino, cerosidade em planos verticais, comum, moderado; limite ondulado, gradual.

IIB2pn 100-140+cm; matriz amarelo avermelhado (7,5YR 6/6 úmido); com 30 % vermelho (2,5YR 4/6) e 10 % pardo muito pálido (10YR 7/3), pequenos a médios, distintos; barro argiloso (r); prismática média, fraca; muito friável, muito plástico, muito pegajoso; raízes finas, raras; poros finos e médios; caóticos, abundantes; acumulação de ferro e/ou argila em forma concrecionária e nodular, irregulares, menores que 20 mm que correspondem com as cores do mosqueamento.

Por outro lado, as funções dos elementos instáveis (móveis), como capacidade de troca catiônica, saturação em bases, argila dispersa e alumínio trocável, concordam com a distribuição apresentada pelas areias. Da mesma forma, ferro livre e carbono orgânico, são concordantes com as tendências apresentadas pelo titânio (Figuras 13 e Quadros 10).

A discordância, apresentada por estes modelos a respeito das funções de areias e titânio, são um fato a mais que contribui para visualizar melhor a heterogeneidade do material de origem e a existência de descontinuidades genéticas neste pedon.

Para facilitar um melhor entendimento dessas descontinuidades pedogenéticas, foi desenvolvido o modelo sequencial ou pedológico, que além de contribuir na identificação destes fatos, ajuda a definir os processos evolutivos que determinam essa pedogênese.

Através dos gráficos apresentados na Figura 14 e Quadros 11, pode-se notar que a distribuição da argila mostra que existe perda deste material nas primeiras camadas e acúmulo nas camadas mais inferiores, principalmente no B3. Consequentemente, tais resultados levam a conclusão de que o processo de lessivagem (BUOL et alii, 1973) através do qual ocorre a movi -

Pedon 3

FIG. 14 - Funções de profundidade dos elementos estáveis, metoestáveis e móveis caracterizados nos modelos de sequência pedológico.

Quadro 11 - Modelos sequenciais ou pedológicos (calculando em base a uma espessura constante de 5 cm para cada horizonte).

I

Areia (f+mf) Índice	Da g/cm ³	Peso presente g/horiz.	Índice g/cm ³	Presente g/horiz.
43.45	1.8	9.0	0.782	3.91
41.46	1.7	8.5	0.700	3.50
33.41	1.6	8.0	0.535	2.67
27.63	1.7	8.5	0.470	2.35

II

Índice Original g/cm ³	Fator de correção	Da orig. g/cm ³	Da orig. C g/cm ³	Vol.orig. cm ³ /horiz.	Vol.orig.cor. cm ³ /horiz.	Peso orig. g/horiz.
0.730	1.071	1.76	1.78	5.056	5.415	9.64
0.655	1.069	1.67	1.69	5.030	5.377	9.09
0.495	1.081	1.65	1.63	4.910	5.308	8.65
0.390	1.205	1.64	1.67	5.090	6.133	10.24

Quadro 11 - Continuação

III

Argila presente g/horiz.	Argila 3 g/cm ³	Original g/horiz.	Mudança argila g/horiz.	Mudança volume g/horiz.	Mudança peso g/horiz.	Translocação de argila g/horiz.
1.071	2.803	3.002	-1.931	-0.03	-0.64	0.61
2.431	2.662	2.846	-0.415	-0.12	-0.59	0.47
3.024	2.567	2.775	+0.249	+0.18	-0.65	0.83
2.678	2.583	3.113	-0.435	0.00	-1.74	1.74
9.204			-2.532	+0.03	-3.62	+3.65

Quadro 11 - Continuação

Ferro total As presente g/horiz.	Ferro As g/cm ³	total original g/horiz.	Mudança de ferro total g/horiz.
0.099	0.451	0.483	-0.384
0.187	0.428	0.458	-0.271
0.264	0.413	0.450	-0.186
0.434	0.423	0.510	-0.076
0.984			-0.917

Peso presente ferro livre g/horiz.	Ferro livre g/cm ³	original g/horiz.	Mudança ferro livre g/horiz.
0.072	0.257	0.275	-0.273
0.094	0.256	0.274	-0.180
0.128	0.244	0.263	-0.135
0.247	0.241	0.290	-0.043

Quadro 11 - Continuação.

Peso presente Alumínio total As g/horiz.	Alumínio total g/cm ³	Alumínio total _{As} original g/horiz.	Mudança Alumínio total As g/horiz.
0.333	0.982	1.052	-0.719
0.731	0.932	0.996	-0.265
0.614	0.899	0.972	-0.358
0.579	0.921	1.110	-0.531
2.257			-1.873

Peso presente Alumínio trocável g/horiz.	Alumínio trocável g/cm ³	Alumínio trocável original g/horiz.	Mudança Alumínio trocável g/horiz.
0.630	6.51	6.97	-6.34
4.250	6.18	6.61	-2.36
5.280	5.96	6.44	-1.16
6.290	6.11	7.36	-1.07
16.450			-10.93

Quadro 11 - Continuação

Peso presente M.O. g/horiz.	M.O. original g/cm ³	M.O. original g/horiz.	Mudança M.O. g/horiz.
0.1710	0.026	0.028	0.143
0.0425	0.025	0.027	0.016
0.0400	0.024	0.026	0.014
0.0260	0.025	0.030	-0.004

Peso presente Sílica total _{As} g/horiz.	Sílica total _{As} original g/cm ³	Sílica total _{As} original g/horiz.	Mudança Sílica _{As} total g/horiz.
0.495	1.292	1.383	-0.888
0.505	1.226	1.311	-0.806
0.574	1.182	1.279	-0.705
1.241	1.212	1.460	-0.219
2.815			-2.618

Quadro 11 - Continuação

Peso presente Titânio _{As} g/horiz.	Titânio g/cm ³	Original _{As} g/horiz.	Mudança Titânio _{As} g/horiz.
0.020	0.037	0.040	-0.020
0.031	0.035	0.038	-0.007
0.031	0.034	0.037	-0.006
0.036	0.035	0.042	-0.006
0.118			-0.039

Peso presente Índice de areias f + mf	Índice de areias original f + mf	Mudança no Índice de areias f + mf	
3.9105	2.4450	2.6186	1.2919
3.4986	2.3210	2.4811	1.0175
2.6728	2.2390	2.4204	0.2524
2.3486	2.2935	2.7637	-0.4151

mentação e acúmulo de plasma. Para o horizonte Cpn, os dados de ganhos e perdas, têm demonstrado que atualmente está havendo lessivagem nesta camada.

Esta mesma tendência do modelo para argila, perda das camadas superiores e ganhos nas mais inferiores, é acompanhada pelo ferro total, ferro livre, sílica total e alumínio trocável, os quais coincidem nas quebras de tendências nos dois primeiros horizontes, evidenciando uma vez mais a heterogeneidade dos materiais deste pedon.

Em relação ao índice de areias e, à medida que os valores são mais negativos, se faz notório os incrementos dos parâmetros relacionados com o peso e volume, ao mesmo tempo, os modelos de titânio, alumínio total e matéria orgânica, contribuem na identificação dos materiais intermediários e na descontinuidade entre 100 e >140 cm.

De acordo com os resultados obtidos no campo e com os de ganhos e perda, pode-se estabelecer a seguinte sequência de materiais, propondo, ao mesmo tempo, a designação dos horizontes:

Material	Profundidade em cm	Horizontes
I	0- 8	A1
II	8- 38	B&A
III	38-140	Bt1-2Btpn2

Tal sequência se justifica pelo fato de que todos os modelos de profundidade e sequências sempre apresentaram tais descontinuidades. A primeira deposição relacionada ao horizonte A1 é pedologicamente diferente da camada inferior em relação ao desenvolvimento da estrutura e cor.

O material II, apresenta uma diminuição no desenvolvimento da sua estrutura e ainda que a estrutura secundária seja a mesma do primeiro horizonte, é evidente uma maior ação dos processos pedogenéticos, observados tanto no campo como nos ganhos e perdas dos modelos de profundidade. O material desta camada é barro argiloso, pobre em minerais intemperizáveis e rico em cátions alcalinos, possuindo reação muito ácida. O desenvolvimento é evidenciado pela cerosidade indistinta, consequentemente, pode-se afirmar que o processo de lessivagem é ativo.

O material III apresenta maior desenvolvimento de estrutura, diferindo em cor em relação aos horizontes suprajacentes, e apresentando mosqueamentos representativos de paleo ambientes hidromórficos, juntamente com nódulos de argila, que coincidem em cor, com o horizonte mais profundo do Pedon 2. Além destes fatos é importante salientar a ocorrência de cerosidade, nas faces verticais e horizontais dos pedos, apresentando, portanto, uma maior ação dos processos pedogenéticos na diferenciação dos horizontes que constituem este material designados como Bt1 e 2Btpn2. Estes horizontes possuem textura barro.argilosa, po-

bre em minerais facilmente intemperizáveis e cátions alcalinos, exceto para o potássio que é muito alto, possuindo reação muito ácida.

Os modelos de sequência pedogenética, demonstram uma total concordância das tendências do titânio, alumínio total, ferro total e ferro livre, com as tendências apresentadas pela areia nos modelos de profundidade, contribuindo desta forma, para definir melhor as diversas camadas deste material.

De acordo com os valores representados (nos Quadros 10), o solo é pouco fértil, apresentando problemas referentes especialmente à toxidez por alumínio e valores baixos de bases. Provavelmente devido ao seu estado avançado de maturidade, observa-se pequena ocorrência de materiais intemperizáveis na fração areia e uma ativa ação lixiviante.

4.5. Solos de paleopaisagem

Estes solos foram subdivididos de acordo com sua posição e altitude, para efeitos de estabelecer a legenda fisiográfica, em pediplanos baixos (P-1) até os muito altos (P-2).

Uma vez que o trabalho de levantamento de solos era para fins de irrigação, as posições muito altas, não foram amostradas, por não apresentar interesse para tais fins. Por

tal motivo, efetuou-se o estudo a partir dos pediplanos baixos (P-1), os quais dominam a região.

De acordo com estes aspectos será discutido o Pedon 4, com base nas características da paisagem e critérios geodinâmicos, geoquímicos, morfológicos e de formação de solos, estes últimos desenvolvidos com ajuda dos modelos de profundidade idealizados por ARNOLD (1976a e b), MADERO (1977) e os modelos de sequência de WANG e ARNOLD (1973).

4.5.1. Paisagem paleofluvial

Definida pelas subpaisagens de pediplanos baixos (P-1), posição ligeiramente dissecada (P.1.1.) e pediplanos muito altos (P-2), posições ligeiramente dissecadas (P.2.1.) e restos de pediplanos (P.2.2.), representando paisagens mais antigas e estáveis dentro do contexto regional.

4.5.2. Solos do pediplano baixo ligeiramente dissecados

Caracterizados pelo Pedon 4, localizado no topo do plano, dentro de um relevo regional suavemente ondulado ou ligeiramente dissecado, com declividade de 2 a 6 %, caracterizando um paleo-terraço, originado pela sedimentação dos materiais sob a linha de seixos de rio, e nos 15 metros superiores

por sedimentos misturados dos Ciclos Sulamericano e das Velhas, argilo-areno-siltosos, de possível idade Plio-Pleistoceno (Figura 6 e Quadro 2).

A vegetação original é de bosque estacional decíduo, bosque baixo com dois estratos, que na sua maior parte é substituído pelo cerrado e gramíneas, devido a queimas sucessivas.

Os materiais dos pediplanos baixos ligeiramente dissecados (P-1.1.) Figuras 5 e 6, apresentam textura média e porosidade abundante, que podem estar favorecendo os processos de lessivagem, na atualidade. Estes processos sob a vegetação mencionada, facilitaram o desenvolvimento de solos mais evoluídos. Entretanto, as modificações causadas durante as queimas recentes, contribuíram no aparecimento de uma neogênese, a qual é evidenciada pela presença de algumas pontes de argila cimentando quartzo, nos horizontes mais característicos. O sub-solo é constituído por materiais que apresentam pequenos acréscimos de argila e a mesma cor. São sedimentos misturados dos Ciclos Sulamericano e das Velhas, muito intemperizados e retrabalhados, que caracterizam a influência de paleoclimas mais pluviométricos.

A posição do Pedon 4 na paisagem é típica de áreas estáveis, sendo incluído no que TRICART (1977) designou como meio "estável", com processo de pedogênese dominando a morfogênese.

nese. Apresenta estabilidade relativamente recente, caso frequente nestas áreas, devido às oscilações climáticas quaternárias, geralmente alcançadas a partir do final do Pleistoceno, e apresentando formas relíquias, devido a heranças pedoclimáticas, associadas a materiais de características climáticas.

É possível propor a classificação deste Pedon, com relação aos processos pedogeoquímicos, considerando os critérios de MELFI e PEDRO (1977 e 1978), como solos onde há predomínio da hidrólise total/parcial, com "intergrade" onde reações de alitização-monobissialitização (JACKSON, 1965) predominam.

As propriedades mineralógicas assinaladas para este pedon (PESSOTTI, 1980), mostram dominância de minerais de retículo 1:1 (grupo da caulinita) e 2:2 (provavelmente mica e interestratificados) e uma total ausência de minerais intemperizáveis nas frações de silte e areia. O "grau de alteração" deste solo pode ser expresso como igual a 100, tipo de alteração rápida, com permanência da saturação das superfícies dos constituintes secundários, paralização da decomposição química, e, portanto, apresentando uma desalcalinização secundária, sem que a estrutura dos minerais de neo-formação seja atingida, o que motivava uma solução em bases relativamente baixa, sendo este o estado normal de um material maduro.

Tomando a mineralogia da fração argila como heterogênea (com dominância de caulinita), o grau de alteração de 100, e os valores do índice Ki entre 2 e 2,30, pode-se concluir que o tipo de alteração desta cobertura é ferralítica/sialítica mista (MELFI e PEDRO, 1977, 1978), pode classificar-se como solos dessaturados de meios "intergrade" (aluminizado e dessaturado). De acordo com as condições pedoclimáticas é possível relacioná-lo com respeito aos aspectos termo-hídricos como dominado pela ortomorfia em meio confinado na atualidade e correspondendo possivelmente a um meio lixiviado no passado (Quadro 12).

O Pedon 4 é típico da posição de pediplanos baixos, ligeiramente dissecados e/ou paleo-terraços. Situa-se na parte média da paisagem, apresentando por sua vez, uma drenagem boa, com textura variando de grosseira na superfície, a média na profundidade, cor parda na superfície que se altera para alaranjado em profundidade. O desenvolvimento da estrutura se faz evidente nos primeiros horizontes do solo, gradando de granular fraca, na superfície para prismática (que se desfaz em blocos) e blocos fracos nos horizontes subsuperficiais. É importante ressaltar a presença de pontes de argila, dentro de galerias biológicas cimentando pequenos cristais de quartzo nos horizontes subsuperficiais, evidenciando com isto, uma possível movimentação de argilas na atualidade. A consistência permanece constante em todos os horizontes, além de mudanças simultâneas em limites entre horizontes, e reação do solo.

Quadro 12 - Características pedogenéticas do Pedon 4.

Horizontes	Fração Argila Solo total	Estado de satura- ção	Taxa de sa- tura- ção	Natureza dos cátions externos	Tipos de Meios	Estabilidade dos cons- tituintes argilosos	Intensidade de alumi- ni- zação em meq/100 g
A1			18,30				
Bsq	Argila	Complexo	28,00	Al^{+++}, H^+	Alumini- zado	Muito instá- veis	
2Bsq		< 35	16,00	Ca^{++}, Mg^{++}, K^+	Dessatu- rado	Relativamen- te estáveis	
Bsq3							
	Solo	Complexo	56	Al^{+++}, H^+	Alumini- zado	Muito instá- veis	$0 < Al < 1$
	Total	Dessatu- rado	27	Ca^{++}, Mg^{++}, K^+	Dessatu- rado	Relativamen- te estáveis	Pouca Alu- minização

Com o fim de modificar e/ou confirmar em parte as observações de campo, foram desenvolvidos modelos de profundidade e de sequência pedológica, para definir melhor a homogeneidade ou heterogeneidade genética do solo.

Os modelos de profundidade foram desenvolvidos em função de elementos estáveis, metaestáveis e instáveis, sendo tratados nesta ordem, e apresentados nas Figuras 15 e Quadros 13.

As funções de elementos estáveis, tais como areias e titânio, apresentados em unidades de volume, contribuem para a justificação das observações de campo, no que diz respeito às possíveis mudanças genéticas e de distribuição de horizontes.

Nas funções de profundidade para o Pedon 4 (Figuras 15 e Quadros 13), observou-se tendências similares entre areias e titânio, que ajudam a melhor caracterizar a presença de tais materiais neste perfil de solos. Tais materiais são evidenciados entre 0-12 cm, para o material I, confirmando com isto, as observações de campo, as quais mostram um aporte de materiais mais grosseiros, de possível origem eólica, tendo sido designado no campo como horizonte A1. O material II está definido entre 12-32 cm de profundidade, sendo caracterizado pela designação do horizonte Bsq1 (B21), que pelos modelos de

Fig.15.2 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição do Alumínio total mg/cm^3 (a); Ferro total mg/cm^3 (b); Índice Ki (c); e Carbono orgânico mg/cm^3 (d).

Pedon 4

Fig. 15.3 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição da Argila total mg/cm^3 (a); Capacidade de troca cationica da argila mg/cm^3 (b); Bases trocáveis mg/cm^3 (c); e Argila dispersa em água mg/cm^3 (d).
Pedon 4.

Fig. 15.4 - Modelos de Profundidade estabelecidas mediante a distribuição do Alumínio trocável mg/cm³(a), e Ferro livre mg/cm³(b).

Pedon 4

Quadro 13 - Distribuição de partículas por tamanho e propriedades físico-químicas (Pedon 4).

Profun- didade cm	Hori- zonte	Densi- dade g/cm ³	Classe, tamanho e diâmetro das partículas (mm)										Argila dis- p.		
			Areias						Areia		Silte			Argila	
			mg	f	m	f	mf	total	%	total	%	total		%	
0- 12	A1	1,6	1,2	8,4	30,6	29,5	10,1	79,8	10,6	9,6	6,2	ab	0,640		
12- 32	B21	1,7	1,5	7,8	27,2	26,6	8,1	71,2	16,4	12,4	10,2	ba	0,820		
32- 92	B22	1,8	1,5	10,2	26,2	20,8	8,6	67,3	13,6	19,1	1,6	ba	0,084		
92-150	B3/C	1,5	1,1	7,8	21,6	23,2	12,5	66,2	12,7	21,1	1,0	bra	0,047		

Quadro 13 - Continuação

pH 1:1		Matéria Orgânica				CTC meq/100 g soma	Fe ₂ O ₃ livre %
H ₂ O	KCl	C.O. %	NT %	C/N	M.O. %		
4,3	3,5	0,6	0,05	12,0	1,0	1,58	1,0
4,0	3,4	0,4	0,04	10,0	0,7	1,38	1,4
4,1	3,4	0,2	0,02	10,0	0,3	1,54	1,7
3,9	3,4	0,2	0,02	10,0	0,3	1,71	1,6

Quadro 13 - Continuação

Complexo sortivo meq/100 g						V	CTC meq/100 g soma
Ca	Mg	K	Na	H + Al	Al	%	
0,36	0,33	0,18	0,02	0,69	0,44	56	16,46
0,07	0,20	0,08	0,02	1,01	0,64	27	11,13
0,07	0,31	0,06	0,02	1,08	0,67	30	8,06
0,07	0,27	0,31	0,02	1,04	0,80	39	8,10

Quadro 13.1. - Distribuição de partículas por tamanho livres de argila.

100-Argila (Total Areia+Silte) %	Nova areia total livre de argila %	Peso por centual de areia livre de argila (fat. ind.)	Novo total de areia %/ Areia total/ fat. ind. %	Classes de tamanho e diâmetro de partículas (mm)					partículas	
				mg	g	m	f	mf	f + mf	f + mf mg/cm ³
90,4	88,27	43,80	1,11	1,33	9,29	33,85	32,74	11,17	32,85	525,60
87,6	81,28	39,61	1,14	1,71	8,90	31,05	30,36	9,25	39,61	673,37
80,9	83,19	36,34	1,24	1,85	12,61	32,38	25,71	10,63	36,34	654,12
78,9	83,90	45,25	1,27	1,39	9,88	27,38	29,40	15,84	45,24	678,60

Quadro 13.2. - Peso por unidade de volume de alguns constituintes móveis.

C.O. mg/cm ³	Bases mg/cm ³	Argila total mg/cm ³	Argila dispersa mg/cm ³	Ferro livre mg/cm ³	Alumínio mg/cm ³	Fósforo mg/cm ³	CTC ³ mg/cm ³ argila	CTC da soma mg/cm ³	S ³ mg/cm ³
9,6	896,0	153,6	99,2	16,0	0,704	0,048	26,34	2,53	1,44
6,8	459,0	210,8	173,4	23,8	1,088	0,017	18,92	2,35	0,68
3,6	540,0	343,8	28,8	30,6	1,206	0,018	14,51	2,77	0,90
3,0	585,0	316,5	15,0	24,0	1,200	0,015	12,15	2,57	1,20

Quadro 13.3. - Peso por unidade de volume de constituintes menos instáveis e mais estáveis.

Ataque sulfúrico				Ki		Kr	Ditionito-citrato de sódio		Porcentagem aproximada de ferro e alumínio da fração argila por diferença	
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ mg/cm ³	TiO ₂	Mn ₂ O ₃			Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ mg/cm ³	Fe _{As} -Fe _{de}	Al _{As} -Al _{de}
62,4	46,4	17,6	3,52	89,28	1,34	0,975	1163,2	416,0	544,0	1456,0
96,9	81,6	28,9	5,27	88,74	1,19	0,881	1685,0	602,0	714,0	1581,0
135,0	108,0	36,0	6,30	93,96	1,25	0,937	1962,0	659,0	810,0	1692,0
118,5	97,5	33,0	5,40	78,30	1,21	0,908	1659,0	603,0	750,0	1410,0

profundidade se apresenta como um horizonte descontínuo. Já o material III, caracterizado entre 32-150 cm de profundidade e representado no campo pelos horizontes Bs_q2 (B22) e Bs_q3 (B3/C), os quais segundo as funções de profundidade se comportam como uma mesma unidade genética.

As funções de elementos metaestáveis, tais como, sílica total, ferro total e alumínio total, apresentam as mesmas tendências das funções de areia e titânio, confirmando os fatos percebidos já pelas funções anteriores (Figuras 15).

Assim mesmo, as funções dos elementos móveis ou instáveis, argila total, argila dispersa, saturação em bases, capacidade de troca, ferro livre, alumínio trocável e carbono orgânico, apresentam as mesmas tendências dos elementos estáveis e metaestáveis, reiterando novamente a presença dos três materiais, já enumerados, e a designação de horizontes, proposta no campo.

PEDON 4

Data: 13/12/1976

Descrição: J.E.S. Pessotti e J.R.Jimenez R.

Classificação: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, EPIEUTRÓFICO, Álico,
A fraco, textura média.

Tipic Haplustox barro fino, silicoso, cauliniti
co, isohipertérmico.

Localização: Estrada Pirapora-Montes Claros, aproximadamente
1 km de Guaicuí pelo lado esquerdo a 700 metros
desta por uma secundária que leva a margem di-
reita do rio São Francisco.

Geologia: Quaternário-Pleistoceno.

Material de Origem: Sedimentos areno-argilosos-

Relevo Local: Plano.

Relevo Regional: Suavemente ondulado.

Fisiografia: Pediplanos baixos, ligeiramente dissecados
P.1.1.

Vegetação: Cerrado secundário.

Drenagem: Boa.

Morfologia:

- A1   0- 12 cm; pardo (7,5YR 5/4 úmido) com pardo escuro (7,5YR 4/2) médios, distintos, 40 %; areia barrenta (ab); granular média, fraca, muito friável, não plástico, não pegajoso; raízes finas abundantes, médias a grossas, comuns; galerias biológicas menores que 5 mm, abundantes; acumulações de matéria orgânica, comuns; poros finos e médios, caóticos, descontínuos, abundantes; deposição de 10 mm aproximadamente, de areia em superfície; limite ondulado, claro.
- B21   12- 32 cm; alaranjado (5YR 5/6 úmido); barro arenoso (ba); prismática média que se rompe em blocos subangulares, médios, fraco; muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso; raízes médias e grossas, abundantes; galerias biológicas menores que 10 mm, abundantes, algumas com paredes cerosas; poros médios, oblíquos, descontínuos, abundantes; limite ondulado, gradual.
- B22   32- 92 cm; alaranjado (5YR 5/6 úmido); barro arenoso (ba); blocos subangulares médios, fraco; muito friável, ligeiramente plástico, pegajoso; raízes médias, comuns; galerias biológicas menores que 10 mm, comuns, algumas com acumulações de

argila cimentando quartzo fino; poros médios ,
verticais e horizontais, descontínuos, abundan-
tes; limite ondulado, difuso.

B23 92-150+cm; alaranjado (5YR 5/6 úmido); barro argilo are-
noso (bra/ra); bloco subangulares finos a muito
finos, fraco; muito friável, ligeiramente plás-
tico, ligeiramente pegajoso; raízes finas, pou-
cas; poros médios, verticias, contínuos, abun-
dantes.

Observação: Pontes de argila no B21 e B22.

Altitude: 520 metros.

Material	Profundidade em cm	Horizontes
I	0- 12	A1
II	12- 32	Bsq1
III	32-150	2Bsq2-Bsq3

Por sua vez, os modelos de sequência ou pédolôgicos, facilitam o entendimento dos processos evolutivos e ajudam na caracterização da homogeneidade e/ou heterogeneidade genética, permitindo com isto, a identificação das descontinuidades, se existir.

Através dos gráficos apresentados na Figura 16 , Quadros 14), nota-se que a distribuição da argila, apresenta movimentação decrescente do primeiro horizonte para o segundo, causando, portanto, uma deposição neste último horizonte, isto caracterizado no campo dentro de galerias biológicas. Fato semelhante ocorre a partir do horizonte Bsq1 para o Bsq2, onde a argila se apresenta novamente nas galerias biológicas, caracterizando assim um processo de translocação (lessivagem) de argilas dos horizontes superiores para os mais profundos (BUOL et alii, 1973) onde o plasma pode estar tendo ligeiras modificações, especialmente nos horizontes Bsq1 e Bsq2.

Pedon 4

Funções de profundidade dos elementos estáveis, metaestáveis e móveis caracterizados nos modelos de sequência pedológica.

Quadro 14 - Modelos sequenciais ou pedológicos (calculando em base a uma espessura constante de 5 cm para cada horizonte).

I

Areia (f+mf) Índice	Da g/cm ³	Peso presente g/horiz.	Índice g/cm ³	Presente g/horiz.
43.80	1.6	8.0	0.720	3.60
39.61	1.7	8.5	0.685	3.43
36.64	1.8	9.0	0.774	3.87
45.25	1.5	7.5	0.648	3.24

II

Índice Original g/cm ³	Fator de correção	Da org. g/cm ³	Da org. C g/cm ³	Vol. orig. cm ³ /horiz.	Vol.orig.cor. cm ³ /horiz.	Peso orig. g/horiz.
0.700	3.50	1.029	1.65	4.91	5.05	8.24
0.705	3.53	0.972	1.72	4.97	4.83	8.26
0.720	3.60	1.075	1.66	5.20	5.59	9.67
0.730	3.65	0.888	1.53	4.93	4.38	6.65

Quadro 14 - Continuação

III

Argila presente g/horiz.	Argila 3 g/cm	Original g/horiz.	Mudança argila g/horiz.	Mudança volume g/horiz.	Mudança peso g/horiz.	Translocação de argila g/horiz.
0.768	1.8447	1.898	-1.130	-0.22	-0.24	0.22
1.054	1.9353	1.881	-0.827	0.76	0.24	0.52
1.719	1.9579	2.105	-0.386	-1.21	-0.67	-0.54
1.583	1.7202	1.528	0.055	0.00	0.85	-0.85
5.124			-2.288	-0.67	0.18	-0.85

Quadro 14 - Continuação

Ferro total As presente g/horiz.	As g/cm ³	Ferro total original g/horiz.	Mudança de ferro total g/horiz.
0.0897	0.192	0.198	-0.1083
0.1454	0.202	0.196	-0.0506
0.1730	0.204	0.219	-0.0460
0.1672	0.179	0.159	-0.0080
0.5753			-0.1969

Peso presente ferro livre g/horiz.	Ferro livre g/cm ³	original g/horiz.	Mudança ferro livre g/horiz.
0.0815	0.140	0.144	-0.063
0.1197	0.147	0.143	-0.023
0.1471	0.148	0.159	-0.012
0.1216	0.130	0.115	0.007
0.4699			-0.091

Quadro 14 - Continuação

Peso presente		Mudança Alumínio	
Alumínio total	Alumínio total original	As	
As g/horiz.	g/cm ³	As g/horiz.	g/horiz.
0.2364	0.5683	0.585	-0.349
0.4104	0.5960	0.579	-0.169
0.5190	0.6031	0.648	-0.129
0.4940	0.5300	0.471	0.023
1.6600			-0.624

Peso presente		Mudança Alumínio	
Alumínio trocável	Alumínio trocável original	trocável	
g/horiz.	g/cm ³	g/horiz.	g/horiz.
2.24	3.53	3.63	-1.39
3.91	3.70	3.60	0.31
3.87	3.75	4.03	-0.16
3.53	3.29	2.92	0.61
10.55			-0.63

Quadro 14 - Continuação.

Peso presente M.O. g/horiz.	M.O. g/cm ³	original g/horiz.	Mudança M.O. g/horiz.
0.08	0.023	0.024	0.060
0.06	0.024	0.023	0.040
0.03	0.024	0.026	0.004
0.02	0.021	0.019	0.001
0.19			0.105

Peso presente Sílica total _{As} g/horiz.	Sílica total _{As} original g/cm ³	g/horiz.	Mudança Sílica _{As} total g/horiz.
0.3179	0.691	0.711	-0.393
0.4874	0.725	0.705	-0.218
0.6488	0.733	0.788	-0.139
0.6004	0.644	0.572	0.028
2.0540			-0.722

Quadro 14 - Continuação

Peso presente Titânio g/horiz.	Titânio g/cm ³	Original g/horiz.	Mudança Titânio g/horiz.
0.0179	0.0315	0.0324	-0.0145
0.0265	0.0330	0.0321	-0.0056
0.0303	0.0334	0.0359	-0.0056
0.0274	0.0293	0.0260	0.0014
0.1021			-0.0243

Peso presente Índice de areias f + mf	Índice de areias original f + mf		Mudança no Índice de areias f + mf
3.504	3.665	3.772	-0.268
3.370	3.845	3.740	-0.370
3.300	3.890	4.183	-0.882
3.390	3.418	3.035	0.355
			-1.165
13.564			

Esta mesma tendência é apresentada pelos outros parâmetros, além da argila, no que se relaciona ao decréscimo ou movimentação nos horizontes superficiais, e um acúmulo nos de profundidade, isto é, pelo ferro total, ferro livre, alumínio total, sílica total, titânio e alumínio trocável, sendo que neste último caso, se faz mais evidente a movimentação do elemento, originando um acúmulo maior no Bs_q3. Entretanto, todas estas tendências pedológicas são concordantes, com os modelos de profundidade, no que diz respeito às possíveis discordâncias genéticas e/ou de materiais, mediante pequenas inflexões do primeiro horizonte para o segundo e deste para os horizontes mais profundos.

O Índice de areias mostra por sua vez, duas sequências bem definidas, uma do A1 para o Bs_q1, onde os valores apresentam maior negatividade, correlacionando com decréscimos em parâmetros de volume e peso, e outra sequência entre o Bs_q2 e Bs_q3, a qual apresenta um comportamento inverso, ou seja, valores mais positivos com respectivo acréscimo dos parâmetros já mencionados. O exposto é corroborado pelo comportamento do carbono orgânico, que se apresenta de modo semelhante, a respeito da discordância entre o primeiro e segundo horizonte e a homogeneidade dos horizontes mais profundos (Bs_q2 e Bs_q3) que foi já evidenciada por outros parâmetros destes modelos de sequência pedológica e que vem confirmar as observações já estabelecidas pelos modelos de profundidade.

Por tal razão, a disposição e designação dos horizontes deste pedon são modificadas, confirmando com isto, uma vez mais, as observações de campo e esclarecendo, se possível, que o perfil sofreu no seu desenvolvimento normal, três ciclos de pedogênese. Pelo fato de que eles se originaram nas mesmas condições e foram submetidos ao mesmo tipo de intemperismo, não foi possível a identificação no campo desta descontinuidade, a não ser a mais recente, localizada na superfície e caracterizada por possíveis aportes de materiais grosseiros mais recentes, de ordem eólico e/ou coluvial.

5. CONCLUSÕES

- A aplicação dos modelos sequenciais e de profundidade facilitaram a caracterização tanto da gênese dos solos como auxiliaram na separação das paisagens mais recentes das mais velhas.
- A área de estudo sofreu a ação de vários ciclos erosivos, evidenciados pelos modelos sequenciais.
- A aplicação dos modelos, além de evidenciar as descontinuidades litológicas nos pedons, possibilita a caracterização das unidades pedogenéticas.
- Segundo os modelos sequenciais os solos da região sofreram diversas pedogêneses.

- De acordo com as evidências sequenciais o horizonte argílico do pedon 2 pode ser considerado, provavelmente, como mais jovem do que o argílico do pedon 1.
- Apesar das características latossólicas serem aparentemente homogêneas, foi possível, com a utilização dos modelos sequenciais, a separação de eventos pedogenéticos.

6. LITERATURA CITADA

- AB'SABER, A.N., 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo. Geomorfologia nº 52.
- AB'SABER, A.N., 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo. Paleoclimas nº 3.
- AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT, 1967. Reconnaissance appraisal - land and water resources Rio São Francisco basin, Brazil. Department of State Agency for International Development. Vol. 1.
- ARNOLD, R.W., 1976a. Criteria for establishing uniformity of parent material. Cornell University. Department of Agronomy. Agronomy mimeo. 76-17, 1-11 p.

- ARNOLD, R.W., 1976b. Evaluation of profile development. Cornell University. Department of Agronomy. Cornell Agronomy. Mimeo. 76-17, 12-25 p.
- ARNOLD, R.W., 1965. Multiple working hypothesis in soil genesis. Soil Science Society of America Proceedings. 29: 717-724.
- ARNOLD, R.W., 1968. Pedological significance of lithologic discontinuities. Trans. 9th Inter. Congr. Soil Sci. (Adelaide, Austrālia) 4: 595-603.
- BARSHAD, I., 1965. Thermal analysis techniques for mineral identification and mineralogical composition. In: Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin. Series of Agronomy n° 9. Part 1: 699-742.
- BAVER, L.D., 1972. Physical properties of soil, in soils of the humid tropics. Nat. Acad. Sci. Washington.
- BLACK, C.A. et alii, 1965. Methods of soil analysis. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U.S.A. part 1: 770 p.

BRAUN, G.P.O., 1971. Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. Rev. Bras. Geogr. 32 (3): 3-39.

BUOL, S.W.; F.D. HOLE e R.J. McCRAKEN, 1973. Soil genesis and classification. The Iowa State University. Ed. Ames.

CASTELLINI, G.N.M., 1978. Formas de Fe, Al e Mn em uma toposequência de alfissois e ultissois da região de Jequitaiá (MG). Dissertação de Mestrado, ESALQ/USP, Piracicaba.

CENTRO INTERAMERICANO DE FOTOINTERPRETACIÓN, 1976. Nueva nomenclatura de los horizontes. (Traducción del manuscrito del nuevo Soil Survey Manual de los Estados Unidos de America. Circulación restringida). Bogotá, Colômbia.

CORTÉS, L.A., 1976. Taxonomia de suelos. Instituto Geográfico "Agustin Codazzi". Ministério de Hacienda y Credito Publico. Bogotá, Colômbia.

DEB, B.C., 1950. The estimation of free iron oxides in soils and clays and their removal. J. Soil Sci. 1: 212-220.

KILMER, V.J. e L.T. ALEXANDER, 1949. Methods of making mechanical analysis of soils. Soil Sci. 68: 15-24.

KING, L.C., 1956. A Geomorfologia do Brasil Oriental. Rev. Bras. Geogr. C.N.G.-IBGE. Rio de Janeiro 18(2): 147-225.

JACKSON, M.L., 1965. Clay transformations in soil genesis during the Quaternary. Soil Sci. 99: 15-22.

JENNY, H., 1941. Factors of soil formation. Ed. McGraw Hill. New York. 270 p.

MADERO, L.A.- 1977. Soil development concepts in a semiarid zone in Northwestern Venezuela. Thesis M.S. Cornell Univ.

MALAGON, D., 1975. Mineralogia de Suelos. Instituto "Agustin Codazzi", Bogotá, Colômbia.

MATTOS, J.T. e R. PEREIRA DA CUNHA, 1977. Aplicação de sensores remotos, com ênfase em imagens LANDSAT, em mapeamento geológico regional, no norte de Minas Gerais. Trabalho de Mestrado. INPE, São José dos Campos (SP).

MARSHALL, E.C., 1977. The physical chemistry and mineralogy of soils. Vol. II, pág. 1-52. John Wiley e Sons. New York.

MELFI, A.J. e G. PEDRO, 1977. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil: Parte 1. Rev. Bras. Geoc. 7 (4): 271-286.

MELFI, A.J. e G. PEDRO, 1978. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil: Parte 2. Rev. Bras. Geoc. 8 (1): 11-22.

NORMAIS CLIMATOLÓGICAS, 1969. Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Guanabara. V.III: 99. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. Rio de Janeiro.

PENTEADO, M.M. e G. RANZANI, 1973. Relatório de viagem ao Médio Vale do Rio São Francisco. Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo. Geomorfologia nº 40. São Paulo.

PESSOTTI, J.E.S., 1980. Mineralogia de uma topossequência de Solos em sedimentos recentes da região do Jequitá - M.G. Piracicaba. 95 p.

PONÇANO, W.L. e A.F. PAIVA, 1972. Mapa geológico preliminar da região de Jequitá (MG). In: Anais Congr. Bras. Geol. Belém. Vo. 1, 95-102 p.

RANZANI, G.; M.M. PENTEADO et alii, 1972. Carta de solos do vale de Jequitá (MG). MINTER. SUPERINTENDÊNCIA DO VALE DO SÃO FRANCISCO (SUALE-CES) CENTRO DE ESTUDOS DE SOLOS. ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

- RANZANI, G.; J.E.S. PESSOTTI e J.R. JIMÉNEZ R., 1977. Levantamento semi-detalhados dos solos do Projeto Jequitaí (MG). MINTER. CODEVASF/CES. ESALQ/USP, Piracicaba, SP.
- RIBEIRO FILHO, A. e H.S.R. TANURE, 1978. Estudo das razões Mg/Na, Ca/Na e K/Na nas águas da bacia do Paraguaçu, Brasil. Rev. Bras. Geoc., 8 (1): 23-31.
- RICHARDS, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Salinity Laboratory, U.S. Dept. Agr. Hdb. 60; 160.
- SIMONSON, R.W., 1959. Outline of a generalizes theory of soil genesis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 23: 152-156.
- TRICART, J. e A. CAILLEUX, 1975. Introduction to climatic geomorphology. Geographies for advanced study. St. Martin's Press. New York.
- TRICART, J., 1977. Ecodinâmica. Rio de Janeiro. IBGE - Diretoria Técnica. SUPREN.
- VETTORI, L., 1969. Métodos de análise de solo. Boletim Técnico nº 7. EPE. Ministério da Agricultura, 24 p.

- WALKLEY, A. e I.A. BLACK, 1934. An examination of the Degtja-reff method of determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.
- WANG, C. e R.W. ARNOLD, 1973. Quantifying pedogenesis for soils with discontinuities. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 37 (2): 271-278.
- YUAN, T.L., 1959. Determination of exchangeable hydrogen in soils by a titration method. Soil Sci. 88: 164-167.