


CARACTERIZAÇÃO, GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E APTIDÃO
AGRÍCOLA DE UMA SEQÜÊNCIA DE SOLOS DO TERCIÁRIO
NA REGIÃO DE CAMPOS, RJ

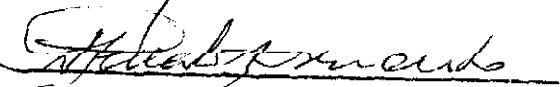
LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS

APROVADO EM 12 DE ABRIL DE 1985.

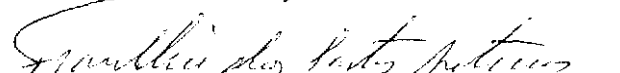
DORACY PESSOA RAMOS



RENATO ÁLVARO DE MENDONÇA NASCIMENTO



FRANKLIN DOS SANTOS ANTUNES



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

CARACTERIZAÇÃO, GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E APTIDÃO
AGRÍCOLA DE UMA SEQUÊNCIA DE SOLOS DO TERCIÁRIO
NA REGIÃO DE CAMPOS, RJ

LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS

SOB ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR
DORACY PESSOA RAMOS

Tese submetida como requisito
parcial para a obtenção do grau
de MESTRE em CIÊNCIA DO SOLO,
Área de concentração em GÊNESE
E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS.

Itaguaí, Rio de Janeiro.
12 de abril de 1985.

DEDICATÓRIA

À meus pais pelo direito de viver.

À ROM e ROMI pela vida.

AGRADECIMENTOS

Aos amigos Alexandre Ravelli Neto, Osório O.M. da Fonseca e Renato A.M. Nascimento pelo apoio técnico e estímulo.

Ao orientador e amigo Doracy Pessoa Ramos.

Aos colegas pesquisadores, professores e funcionários do Departamento de Solos-UFRRJ e do SNLCS/EMBRAPA, pela colaboração recebida.

Aos laboratoristas Anselmo E.A. Boechat e José Hernaldo de Araújo Santos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

BIOGRAFIA

Nascida a 16 de junho de 1957, em Santa Cruz, Rio de Janeiro-RJ, diplomou-se Engenheira Agrônoma em outubro de 1980, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Monitora da disciplina Física do Solo no período letivo de 1979 a 1980, no Departamento de Solos, participou de trabalhos de pesquisa referentes à essa área de estudo.

A partir de 1983 passou a integrar o quadro de professores do Departamento de Solos da UFRRJ.

SUMÁRIO

	Pg
1 - INTRODUÇÃO	01
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
2.1. - Sedimentos do Grupo Barreiras	04
2.2. - Os sedimentos Barreiras no Município de campos	07
2.3. - Solos correlacionados aos sedimentos Bar- reiras no Município de Campos	12
2.4. - Solos de tabuleiro no Brasil.....	16
2.5. - Conceituação das classes de solos Latos- solo e Podzólico	22
2.6. - Laterita	28
2.7. - Limitações ao uso agrícola em solos de tabuleiro	33
3 - SOLOS ESTUDADOS	35
3.1. - Descrição da área em que se localizam os perfis	35
3.2. - Clima atual e vegetação	37

	Pg
4 - MÉTODOS	40
4.1. - Levantamento dos solos	40
4.2. - Descrição e coleta de amostras	41
4.3. - Métodos de Análises	41
4.3-1. - Análises físicas	42
4.3.2. - Análises químicas	44
4.3.3. - Análises mineralógicas.....	49
4.4. - Classificação	50
4.5. - Interpretação da aptidão agrícola.....	51
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5.1. - Propriedades morfológicas.....	52
5.1.1. - Profundidade, espessura e tran- sição dos horizontes	53
5.1.2. - Cor	55
5.1.3. - Textura	57
5.1.4. - Estrutura	58
5.1.5. - Consistência	59
5.1.6. - Cerosidade e superfícies foscas	60
5.1.7. - Porosidade e raízes	61
5.1.8. - Concreções ferruginosas	63
5.2. - Propriedades físicas	65
5.2.1. - Granulometria	65
5.2.2. - Argila dispersável em água e grau de floculação (GF).....	70

5.2.3.	- Densidade e Porosidade	74
5.2.4.	- Equivalente de umidade (Ueq%).....	76
5.3.	- Propriedades químicas.....	77
5.3.1.	- Complexo sortivo, pH e Carbono (%)....	77
5.3.2.	- Complexo de meteorização	84
5.4.	- Propriedades mineralógicas	90
5.4.1.	- Mineralogia das frações calhau, cascalho e areia	90
5.4.2.	- Mineralogia da fração argila	95
5.5.	- Gênese.....	104
5.6.	- Classificação	111
5.7.	- Interpretação para o uso agrícola	119
6	- CONCLUSÕES	122
7	- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	125
8	- APÊNDICES	137

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pg
Figura 1 - Evolução geológica da zona costeira de campos, Rio de Janeiro.	10
Figura 2 - Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955) correspondente ao Município de Campos	38
Figura 3 - Curvas de distribuição da fração argila em função da profundidade, nos perfis 1 a 5	71
Figura 4 - Curvas de distribuição da fração argila dispersável em água em função da profundidade, nos perfis 1 a 5	73
Figura 5 - Distribuição de carbono orgânico (C%) ao longo dos perfis em estudo	80
Figura 6 - Distribuição da CTC (meq/100g argila), descontada a atividade devida ao carbono orgânico (Bennema, 1966), em relação à variação de profundidade	83

Figura 7 - Difratograma de raio-X da fração argila de alguns horizontes do perfil 1. Amostra natural a 25°C	97
Figura 8 - Difratograma de raio-X da fração argila de alguns horizontes do perfil 2. Amostra natural a 25°C	98
Figura 9 - Difratograma de raio-X da fração argila de alguns horizontes do perfil 3. Amostra natural a 25°C	99
Figura 10- Difratograma de raio-X da fração argila de alguns horizontes do perfil 4. Amostra natural a 25°C	100
Figura 11- Difratograma de raio-X da fração argila de alguns horizontes do perfil 5. Amostra natural a 25°C	101
Figura 12- Difratograma de raio-X da fração argila do horizonte B21, perfil 3, em amostra natural (N), desferrificada (D) seca ao ar e desferrificada aquecida a 550°C (T)	102
Figura 13- Difratograma de raio-X da fração argila do horizonte B21, perfil 5, em amostra natural (N), desferrificada (D) seca ao ar e desferrificada aquecida a 550°C (T)	103

ÍNDICE DE TABELAS

	Pg
Tabela 1 - Profundidade do solum, espessuras dos horizontes e presença de material ferruginoso em relação à posição topográfica (cotas) dos perfis examinados	54
Tabela 2 - Variação no teor de argila dispersável em água (%), grau de floculação (GF), teor de carbono (C%) e presença de superfícies foscas, nos perfis 1, 2, 3 e 5	62
Tabela 3a - Distribuição granulométrica, argila dispersável em água, grau de floculação (GF) e relações silte/argila e areia grossa/areia fina, nos perfis 1 e 3 e no corte da RFFS.....	66
Tabela 3b - Distribuição granulométrica, argila dispersável em água, grau de floculação (GF) e relações silte/argila e areia grossa/areia fina, nos perfis 2, 4 e 5	67

Tabela 4 - Composição granulométrica (%), densidades aparente e real (g/cm^3), porosidade total (P%), equivalente de umidade (Ueq%) e teores de carbono (C%), nos perfis 1 a 5 e no corte da estrada de ferro.....	69
Tabela 5 - Propriedades químicas de alguns horizontes e camadas, nos perfis examinados.....	78
Tabela 6 - Análise dos componentes minerais, na forma de óxidos, na terra fina de alguns horizontes	85
Tabela 7 - Relação molecular SIFE e relações SIAR, SIAS, FEAR, FEAS (Ramos, 1981) e TIAR, em alguns horizontes e no corte da RFFSA. .	88
Tabela 8 - Teores de óxidos de ferro "livre" (DCB), ferro "total" (ataque sulfúrico) e de argila, e relação ferro "livre"/ferro "total" em alguns horizontes e camadas dos perfis em estudo	89
Tabela 9 - Composição mineralógica das frações calhau e cascalho, nos perfis e no corte da RFFSA	91

Tabela 10 - Composição mineralógica da fração areia, nos perfis e no corte da RFFSA	93
Tabela 11 - Classificação dos Solos em estudo segun- do os Sistemas Americano (Estados Uni- dos, 1975) e FAO (FAO-UNESCO, 1974)	115
Tabela 12 - Classificação dos perfis 1 a 5 segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Bennema e Camargo, 1964; Ja- comine, 1979; Olmos I. Larach, 1981)	118
Tabela 13 - Classe de aptidão agrícola dos perfis examinados, nos sistemas de manejo B e C para culturas, pastagem plantada e silvicultura	21

RESUMO

Foram estudados cinco perfis de solos situados em posições escolhidas segundo a sua relação com a paisagem, com o objetivo de obter informações sobre gênese, classificação e aptidão agrícola dos solos desenvolvidos a partir dos sedimentos argilosos e argilo-arenosos do Grupo Barreiras da região de Campos (RJ), solos que, embora de produtividade agrícola menor que os vizinhos solos da Baixada Quaternária, estão intensamente cultivados com cana-de-açúcar.

De cada perfil, foram descritas, analisadas e comparadas as características e propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, sendo constatada a semelhança entre as propriedades do solum e as do material de origem, notadamente a grande homogeneidade mineralógica da fração argila, o que - aliado à fraca diferenciação de horizontes - sugere a predominância, no horizonte B, da herança de características sobre o desenvolvimento in situ.

A produtividade agrícola é restrita em virtude da reduzida fertilidade natural, da baixa capacidade de retenção de água e de impedimentos mecânicos ao desenvolvimento do sistema radicular.

SUMMARY

A study was made on five soil profiles in order to understand its genesis, classification, and potentials for agricultural development. These soils are originated from clayey or sandy-clay sediments of the Barreiras Group in the area of Campos-RJ. The profiles were chosen according to its general relationships to landscape. The soils used in this study, although of low productivity from an agricultural standpoint, are heavily used for the culture of sugarcane.

The morphological, physical, chemical, and mineralogical characteristics of the profiles were described, analysed, and compared to each other. A close relationship was found between the solum and the materials that originated it. Outstanding among them was the remarkable mineralogical homogeneity of its clay fractions. This, and the weak differentiation among horizons suggest, to the B horizon, a dominance of inherited characteristics from parent material on pedogenetic ones.

Agricultural productivity is low due to the low natural fertility, low water holding capacity and mechanical impediments of these soils restricting root growth.

INTRODUÇÃO

Os sedimentos Terciários no Brasil representam cerca de 16% do território nacional, compreendendo o baixo planalto amazônico e maranhense, bem como zonas litorâneas desde o Estado do Maranhão até o Estado do Rio de Janeiro; e algumas pequenas bacias interiores.

Na Região Norte Fluminense estes sedimentos representados pelo Grupo Barreiras restringem-se geograficamente à área de contato entre as elevações do chamado Complexo Cristalino Brasileiro e a Planície Quaternária litorânea, compondo a unidade geomorfológica habitualmente conhecida como "Tabuleiros".

Os solos formados a partir dos sedimentos do Grupo Barreiras, em Campos, são cultivados intensamente com cana-de-açúcar, mostrando porém menores níveis de produtividade em relação àqueles observados na Baixada Quaternária. Entretanto, fatores geográficos e sócio-econômicos como: topografia, proximidade a centros consumidores, rede

de estradas que favorecem o escoamento da produção, proximidade aos setores de industrialização e viabilidade de introdução de técnicas agrícolas mais avançadas, favorecem a implantação de programas de desenvolvimento agrícola nesta área.

Para possibilitar o avanço tecnológico o estudo de solos é essencial, visto que eles constituem o principal fator ambiental na produção agrícola, podendo possivelmente os resultados experimentais serem extrapolados para locais semelhantes.

O presente estudo das relações entre as características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas dos solos de tabuleiro e aspectos geomórficos tem como objetivos: fornecer subsídios à classificação desses solos nos diferentes sistemas taxonômicos, de uso corrente no país; proporcionar informações para o entendimento de sua gênese, e assim, permitir que técnicas de manejo adequadas sejam implantadas conduzindo a maior produtividade destes solos.

Para a execução das metas acima expostas, foram selecionados cinco perfis de solos, com base em sua posição topográfica, padrão de drenagem externa e situação em relação as superfícies geomórficas vizinhas, utilizando-se para tal informações contidas nos levantamentos topográficos,

pedológicos, cartas geográficas e geológicas e fotografias aéreas da região Norte Fluminense (Brasil, 1958, 1976; IBGE, 1968 e 1975; INPE/DRM, 1976; FUNDENOR, 1970; MIC/IAA, 1982).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sedimentos do Grupo Barreiras

O termo "Barreiras" tem sido aplicado, com aceção vaga, para indicar sedimentos clásticos afossilíferos, arenosos e argilo-arenosos inconsolidados, friáveis, que ocorrem quase ininterruptamente ao longo da costa brasileira, desde o Pará até o Rio de Janeiro. Forma falésias na costa e bancos nas margens dos rios costeiros. Até a década de cinquenta era usado para depósitos similares do vale do Amazonas (Petri e Fulfaro, 1983).

Foi empregado pela primeira vez por Branner em 1902 para indicar as camadas variegadas que afloram nas falésias, assumindo posteriormente um sentido estratigráfico, mas sem precisa definição das suas características como sedimento. A partir de 1943, teve ampla divulgação por meio do trabalho de Oliveira e Leonardos, Geologia do Brasil (Matoso e Robertson, 1959).

Em sua análise sobre o uso geológico do termo "Barreiras", Matoso e Robertson (1959), ressaltaram que ele vinha sendo acompanhado pelas designações "formação" e "série" e usado indistintamente no Brasil para todos os sedimentos inconsolidados que recobrem o cristalino ou que parecem ter sido depositados discordantemente sobre rochas de idade cretácea, ou ainda sobre formações terciárias de origem marinha, estendendo-se com numerosas interrupções desde o Estado do Rio de Janeiro até o Pará e penetrando no vale amazônico até a fronteira da Colômbia, Peru e Bolívia (Hartt, 1870, cit. Matoso e Robertson, 1959).

Compostos por argilas, silte e areia fina, apresentando às vezes leitos de areia ou cascalho rolado, os sedimentos Barreiras são em geral pouco consolidados, de cores variegadas, vermelho-amarelado, esbranquiçados, com nódulos e concreções de ferro, supostamente formados *in situ* (Lamego, 1955; Silva Sá, 1969). A petrologia desses sedimentos, até hoje afossilíferos, indica-os como originados em ambiente terrestre, uma vez que não apresentam estratificação regular e são compostos, principalmente, por argilas do grupo da caulinita e por grãos de quartzo não rolados (Lamego, 1955).

Bigarella e Andrade (1964), efetuando estudos mais sistemáticos e específicos, reconheceram na faixa cos-

teira de Pernambuco a existência de formações geológicas distintas (Guararapes e Riacho Morno), compondo os sedimentos Barreiras, que passaram a ser referidos como Grupo Barreiras. Mabesoone (1966) adotou a subdivisão proposta por Bigarella e Andrade e estenderam-na até a Paraíba. Campos e Silva (1965) subdividiram o Grupo Barreiras, no Rio Grande do Norte, nas Formações Macaíba e Potengi, sobrepostas à Formação Riacho Morno. Silva et alii (1971) concluíram que a seqüência das Barreiras na Região Nordeste constituía um Grupo subdividido em três formações: Serra do Martins, Guararapes e Macaíba. Ainda segundo estes autores (Silva et alii, 1971), a deposição destes sedimentos se deu em épocas cenozóicas, como conseqüência da evolução do relevo e dos movimentos tectônicos de abaulamento e falhamento, bem como dos diversos paleoclimas da região; consideram que esses sedimentos não representam uma unidade litoestratigráfica (Grupo, Formação ou Série), não existindo uma localidade típica com um nome bem definido; e que, apesar de mencionada como uma unidade em toda a sua extensão, este conceito não é necessariamente verdadeiro, devido à litologia de materiais depositados e retrabalhados.

Mello e Fonseca (1962) concluíram que a Formação Barreiras em Pernambuco é composta de sedimentos terrígenos, imaturos, depositados em ambiente continental,

sob condições climáticas favoráveis ao intemperismo. Ainda segundo esses autores, a coloração variegada resultaria de variações no nível do lençol freático, após a deposição dos sedimentos.

Na Região Sudeste, destacam-se, entre os principais caracteres geomórficos do litoral, a paisagem de "tabuleiros", que ocorre desde o norte do Espírito Santo até Cabo Frio, no Estado do Rio de Janeiro, alternando-se com a Baixada Quaternária e as Restingas, que por vezes recobrem esses tabuleiros (Brasil, 1977).

No que se refere à idade dos sedimentos Barreiras, Hartt (1870) situa-os no Terciário (Plioceno), e como tal vem sendo considerada, não obstante a falta de achados paleontológicos que confirmem esta suposição (Lamego, 1955).

2.2. Os sedimentos Barreiras no Município de Campos

A área ocupada pelos sedimentos Barreiras no município de Campos é habitualmente descrita como "assembling-se a um enorme depósito de sopé, de espessura variável", correspondendo a uma formação de período seco, constituída de areias, argilas e seixos assentados sobre um glacis (Tricart, 1959) esculpido em rochas pré-cambrianas (Moreira, 1965). Dispõem-se esses sedimentos em exten-

sas superfícies de topografia suave, de relevo plano a suave ondulado, podendo chegar a ondulado em sua parte mais elevada, assumindo forma de tabuleiros que mostram um declive geral de oeste para leste e são intensamente dissecados pelo atual ciclo de drenagem (Lamego, 1955; Geiger, 1956).

Esta paisagem, prolongamento das barreiras terciárias da costa do Espírito Santo, associa-se aos arenitos, argilas e conglomerados ferruginosos (canga) terciários em largos trechos de ocorrência. Constitui-se, em geral, por sedimentos de material grosseiro, friável, quase sempre ferruginoso (Brasil-Comissão de Solos, 1958).

Lamego (1955) descreve os sedimentos que formam os tabuleiros como materiais argilosos ou argilo-arenosos, com ocorrência comum de concreções ferruginosas, denominadas localmente de "canga", a cerca de 2 a 3 metros da superfície horizontal, por vezes dispostas em camadas ou bancadas impermeáveis, e sem estratificação aparente.

Os sedimentos Barreiras apresentam altitudes médias de 50 metros, com as maiores cotas na área de contato com os patamares cristalinos, onde o relevo é do tipo em "meias-laranjas", com morros de topo aplainado e vertentes suavemente convexas. Nos tabuleiros de nível inferior (abaixo de 50 metros) as vertentes são quase planas

e o declive menos acentuado, decrescendo gradualmente até o contato com a baixada quaternária. (Brasil, 1958).

Segundo Geiger (1956), a paisagem de tabuleiros alcança sua maior extensão ao norte do rio Paraíba, distribuindo-se de forma contínua desde as vizinhanças da cidade de Campos até o Vale do Itabapoana, e por toda a extensão setentrional do município de São João da Barra, projetando-se para leste até a orla marítima, onde forma as falésias.

De acordo com Lamego (1955), a origem dos sedimentos Barreiras, no norte fluminense, deve-se à erosão das rochas do Pré-Cambriano, sob clima seco, e transporte para posições de relevo inferiores. As seguintes etapas de formação ocorreram na planície litorânea (Figura 1):

- a) Erosão das formações Pré-Cambrianas (Cristalino) e deposição dos sedimentos Barreiras. Esta fase foi datada do Plioceno.
- b) Erosão dos tabuleiros e deposição do delta do Paraíba (fóssil), no Pleistoceno, fenômeno ligado aos processos de soerguimento do continente Sul-Americano, seguido de epirogênese negativa no Quaternário (Holoceno).

Os tabuleiros foram formados durante o Plioceno, e teriam sido elevados no Pleistoceno, durante a glaciação que acarretaria o rebaixamento do nível do mar (regressão), a extensão das calotas polares e a formação de capas de ge-

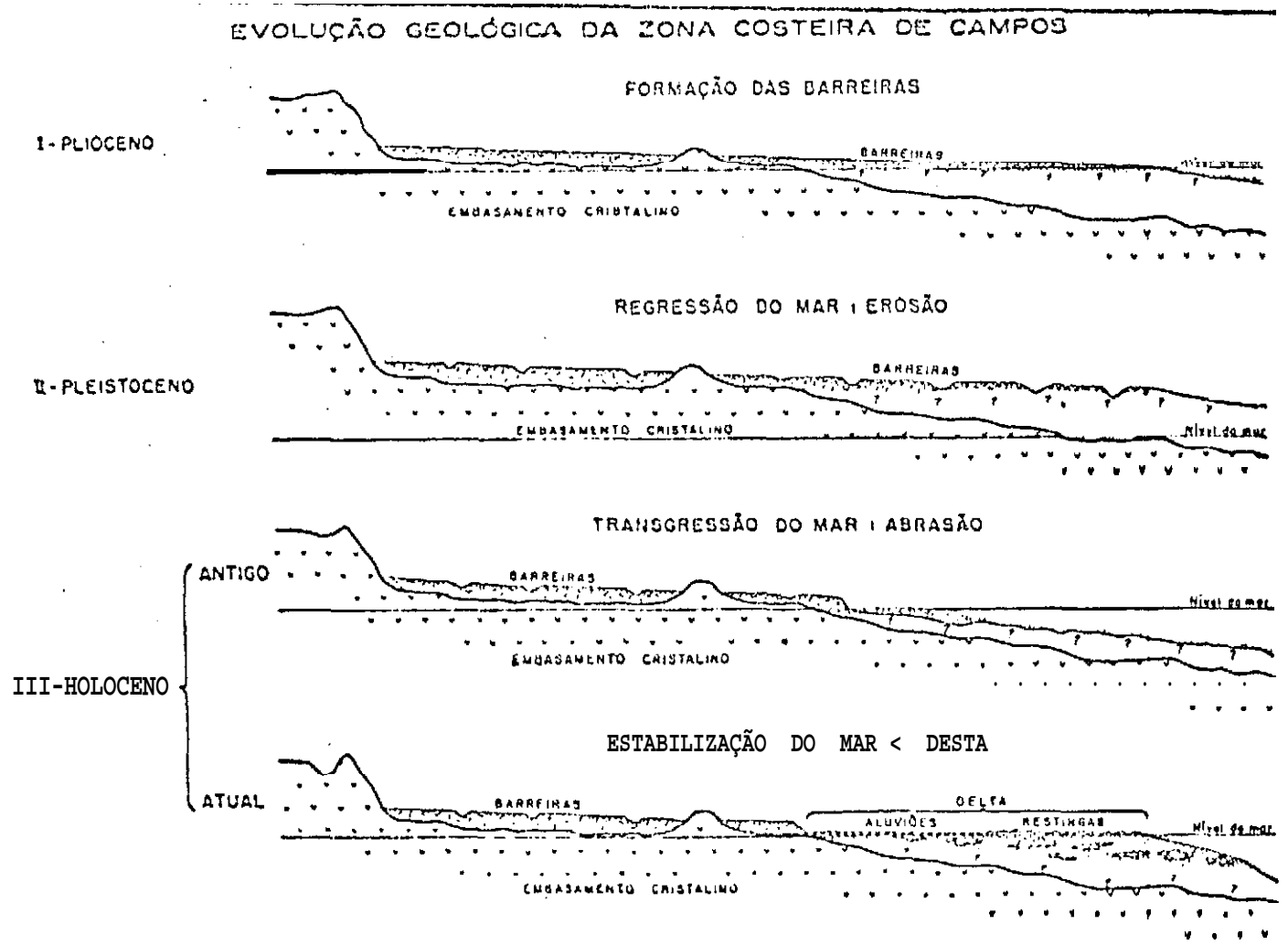


Figura 1. Evolução geológica da zona costeira de Campos, Rio de Janeiro (Lamego, 1955).

lo continentais. Com a redução do nível base de drenagem, a erosão fluvial recortou os sedimentos, sulcando-os com inúmeros e pequenos riachos. No fim do Pleistoceno, com a fusão dos mantos de gelo, o nível do mar elevou-se em cerca de 40 m (transgressão), iniciando-se a abrasão marinha das "Barreiras", enquanto a erosão fluvial decrescia. Essa fase prosseguiria até o degelo final e estabilização do nível do mar. A abrasão dos tabuleiros alcançaria a fase verificada atualmente, seguindo-se a ela, então, a deposição dos sedimentos do Quaternário e formação da planície atual (Lamego, 1955).

Com o desenvolvimento e comprovação da tectônica de placas, sabe-se hoje que, a atual conformação da costa leste brasileira é resultado do movimento de separação entre a América do Sul e a África, iniciado no Mesozóico e completado no Terciário. Essa separação foi precedida por um arqueamento cratônico, iniciado no Paleozóico, e compreendeu diversas fases sucessivas, desde a abertura da fenda ("rift-valley") até a invasão do mar, inicialmente transitória (fase lago) e depois definitiva (fases golfo e mar aberto). Progressivamente, aquela separação criou as atuais bacias costeiras, uma das quais, a Bacia de Campos, mostra o mesmo estilo tectônico das bacias mais ao norte, com falhas principais dirigidas para NE e falhas secundárias para NW (Petri e Fúlfaro, 1983). Na região de

Campos, uma dessas falhas principais passa pelo Cabo de São Tomé, onde ocorre basalto de 121 milhões de anos soto-posto aos sedimentos mais recentes, e marca o limite oeste do graben de São Tomé, preenchido com diversas seqüências de sedimentos correspondentes às fases da transformação de vale de afundamento ("rift-valley") para mar aberto. O preenchimento do graben de São Tomé completou-se no término do Paleoceno, quando então a plataforma campista se tornou relativamente extensa. Durante o Terciário, reativaram-se falhas antigas e ergueram-se os diversos degraus da Serra do Mar e acidentes orográficos associados. Uma dessas falhas reativadas dispõe-se na direção do atual Brejo da Onça e constitui o limite noroeste ou nor-noroeste da mais extensa área de sedimentos Barreiras do Município de Campos (Nascimento, 1984; comunicação pessoal).

2.3. Solos correlacionados aos sedimentos Barreiras no município de Campos.

Segundo Lamego (1944, 1955) os solos de tabuleiro são de textura argilosa e possuem cores vermelho Clara na maioria dos casos, em alguns trechos porém observam-se perfis de textura arenosa e cores amareladas. O autor atribui a esses solos uma baixa fertilidade natural, conseqüência de fatores geoquímicos e do efeito erosivo das chuvas removendo a camada orgânica fértil, uma vez retirada a floresta.

Inicialmente descritos pela Comissão de Solos-CNEPA, em 1958, os solos do tabuleiro foram considerados como de maturidade genética intermediária, entre aqueles que recobrem formações do Embasamento Cristalino e os aluviais e hidromórficos que compõem a Baixada Quaternária.

Classificados a priori como Regossólico Amarelo Latossólico Podzólico, tiveram a denominação alterada para Regolatosol Amarelo (fase tabuleiro), por ocasião da publicação do Levantamento de Solos do Estado do Rio de Janeiro (Brasil, 1958). Esta unidade de solo caracteriza-se por possuir: seqüência de horizontes A, B, C ou AB, transição gradual a difusa entre os horizontes, perfis profundos (2,5 a 3,5 m), predomínio de cores amareladas (matiz 10 YR), consistência friável e estrutura fraca granular coesa, assemelhando-se a maciça porosa descrita em solos latossólicos. De um modo geral possuem aumento de argila em profundidade, baixos teores da fração silte, resistência a penetração do martelo e ausência de cerosidade. Foram observadas bancadas lateríticas em alguns cortes de estrada a cerca de 8 m de profundidade, e em níveis mais altos em outros locais, sendo sugerida a sua relação com variações antigas no nível do lençol freático. Em estudo recente (EMBRAPA/SNLCS, 1979) um perfil de solo desenvolvido a partir de sedimentos do Grupo Barreiras, em Campos, foi classificado como Podzólico Vermelho Amarelo álico argila de ativi-

de baixa abruptico, sugerindo-se neste trabalho a introdução de nova classe de solos: Podzólico Amarelo.

Jacomine (1979) ao descrever sumariamente as classes de solos abrangidas pela I Reunião de Classificação, Correlação e Interpretação da Aptidão Agrícola dos Solos, propõe a inclusão dos solos de tabuleiro nas seguintes unidades de solos:

- a) Latossolo Amarelo - subdividida em Latossolo Amarelo álico e Latossolo Amarelo distrófico podzólico. Estas unidades são identificadas pelas seguintes características: matiz do horizonte B de 10 YR a 7,5 YR; Ki entre 1,7 e 2,1; relação molecular Al_2O_3/Fe_2O_3 geralmente maior que 6,0; relação silte/argila em geral inferior a 0,25; percentuais de Fe_2O_3 menores que 7% e, consistência seca duro ou muito duro nos horizontes A3 e/ou B1; além das características diferenciais inerentes à definição da classe Latossolo.
- b) Podzólico Vermelho Amarelo - com as seguintes classes: álico com argila de atividade baixa, distrófico e distrófico latossólico.

Lima (1981) observa que os solos podzólicos provenientes de sedimentos Barreiras, em Campos, possuem diversas propriedades em comum com os solos latossólicos de tabuleiro, entre elas: a relação molecular Si_2O_3/Al_2O_3 ge-

ralmente menor que 2,0; a relação silte/argila inferior a 0,6; predomínio de minerais resistentes ao intemperismo na fração areia e caulinita na fração argila; diferindo essencialmente no gradiente textural maior que 1,2 e propriedades correlatas ao horizonte B textural.

As classes de solos observadas na região Norte Fluminense, desenvolvidas a partir do Embasamento Cristalino limítrofe à paisagem de tabuleiros são as seguintes (FUNDENOR, 1970; EMBRAPA/SNLCS, 1979 e 1980; Jacomine, 1979):

- a) Latossolo Vermelho-Amarelo, compreendendo as unidades: solo álicos, distróficos e distróficos podzólicos; com horizonte A moderado e texturas média/argilosa ou argilosa;
- b) Podzólico Vermelho-Amarelo, incluindo as unidades: solos álicos, álico latossólico, eutrófico e distrófico; com argila de atividade baixa, horizonte A moderado e texturas média/argilosa ou argilosa.

A classe Latossolo Vermelho-Amarelo apresenta as seguintes características: atividade da fração argila (após correção para carbono) menor que 13 meq/100 g; Ki inferior a 2,0 (no máximo 2,2); teores de Fe_2O_3 menores que 9% nos solos argilosos; cores vermelhas a amarelas, com valor 4 ou maior no horizonte B2; domínio de caulinita. ou gibsitita

na fração argila e presença de concreções ferruginosas nula ou rara no perfil.

A classe Podzólico Vermelho-Amarelo é caracterizada por: nítida individualização de horizontes; seqüência de horizontes A (A1, A2 e/ou A3), Bt e C, usualmente com transições claras de A para o Bt; moderadamente profundos a profundos; cores no Bt desde vermelhas até amareladas: gradiente textural em média de 2,0 a 2,4, com valores extremos de 1,5 a 8,0.

2.4. Solos de tabuleiro no Brasil

Nos levantamentos de solos da Região Nordeste, Estados do Espírito Santo, Pará e Amazonas, executados pela Divisão de Pesquisa Pedológica, atual Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, as seguintes classes foram identificadas:

1. Rio Grande do Norte (Brasil, 1971)
 - Latossolo Vermelho Amarelo distrófico textura média;
 - Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico abruptico;
 - e;
 - Podzólico Vermelho Amarelo com fragipan.
2. Paraíba (Brasil, 1972)
 - Latossolo Vermelho Amarelo textura média;

- Podzólico Vermelho Amarelo com fragipan textura média;
- Podzólico Vermelho Amarelo variação acinzentada com fragipan; e,
- Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico abruptico com fragipan.

3. Pernambuco (Brasil, 1972 e 1973)

- Latossolo Vermelho Amarelo distrófico textura média ou argilosa; e,
- Podzólico Vermelho Amarelo latossólico textura média.

4. Ceará (Brasil, 1973)

- Latossolo Vermelho Amarelo distrófico textura média;
- Podzólico Vermelho Amarelo abruptico; e,
- Podzólico Vermelho Amarelo acinzentado distrófico textura média.

5. Alagoas (Brasil, 1975)

- Latossolo Vermelho Amarelo distrófico coeso; e,
- Podzólico Vermelho Amarelo latossólico textura média.

6. Sergipe (Brasil, 1975)

- Latossolo Vermelho Amarelo distrófico coeso;
- Podzólico Vermelho Amarelo argila de atividade

baixa textura média/muito argilosa;

- Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico Tb textura média/argilosa; e,
- Podzólico Vermelho Amarelo Tb com fragipan.

7. Bahia (Brasil, 1977)

- Latossolo Vermelho Amarelo distrófico coeso;
- Podzólico Vermelho Amarelo Tb abruptico textura arenosa /média e Tb raso textura média/muito argilosa; e,
- Podzólico Vermelho Amarelo latossólico textura média/argilosa.

8. Espírito Santo (Brasil, 1978)

- Latossolo Vermelho Amarelo distrófico coeso e distrófico coeso podzólico;
- Podzólico Vermelho Amarelo abruptico; e,
- Podzólico Vermelho Amarelo latossólico.

9. Pará-Polo Altamira (Brasil, 1981)

- Latossolo Amarelo álico;

10. Amazonas - Barrerinha (Brasil, 1982)

- Latossolo Amarelo, e
- Podzólico Vermelho Amarelo câmbico argila de atividade baixa.

As classes Latossolo e Podzólico de tabuleiro possuem como características comuns:

- a) matizes de 10 YR a 7,5YR no horizonte B;

b) estrutura do horizonte B em blocos angulares nos sub-horizontes superiores; passando a maciça porosa em profundidade;

c) aumento gradativo de argila e % de Fe_2O_3 a partir do horizonte Bl;

d) relação silte/argila inferior a 0,6;

e) percentual de argila dispersável em água maior nos horizontes A3 e/ou Bl;

f) valores de K_i em torno de 2,0 (variação de 1,6 a 2,8), e;

g) predomínio de quartzo (arestado ou não) nas frações areia e cascalho, e ocorrência comum de concreções ferruginosas e/ou ferro-argilosas.

As principais variantes são abordadas a seguir.

Nos solos Podzólicos Vermelho-Amarelo, unidades: variação acinzentada, eutrófico abruptico com fragipan, latossólico e câmbico; foram observados traços de mica intemperizada (biótita) na fração areia dos horizontes Al, Ap e Blt e em todo o perfil no PVA câmbico (Brasil, 1972, 1973 e 1982).

Em perfis de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico situados próximos à paisagem do Embasamento Cristalino, verificam-se traços de feldspato e biótita intemperizados

na fração areia do horizonte A1, matiz 8,5 YR e 7,5 YR nos sub-horizontes B2 e no B3, e, estrutura granular com aspecto maciço poroso "in situ" no horizonte B2 (Brasil, 1972 e 1973).

A profundidade em que o material concrecionário localiza-se no perfil, a espessura destas camadas, a forma e tamanho das concreções, são características bastante variáveis nas diversas unidades de solo. Alguns casos são citados abaixo:

- a) LV coeso (Brasil, 1975) - nódulos endurecidos no horizonte B23 (190-310 cm) e concreções em B3 (310-370 cm).
- b) LVd coeso (Brasil, 1978) - concreções de ferro de diâmetros variados, dispostos em leitos ou camadas horizontais, com transição ondulada ou descontínua.
- c) PV latossólico (Brasil, 1972 e 1973) - concreções ferruginosas constituindo uma linha descontínua, com espessura de 2 a 10 cm e situada entre os horizontes B2t e B3t.
- d) PV latossólico textura média (Brasil, 1975) - concreções ferruginosas em B1t, com 5 cm de diâmetro.
- e) PV-tb com fragipan (Brasil, 1975) - linha contínua de concreções ferruginosas em B23tx a 140 cm da superfície do solo, e algumas concreções esparsas nos horizontes superiores.

No que se refere ao grau de coesão, cor e estrutura, as unidades de solo LVd coeso (Brasil, 1977 e 1978) têm elevado grau de coesão em A3 e/ou B1, consistência seca dura a muito dura, variação de cor em profundidade passando a matizes mais vermelhos que 7,5 YR e, estrutura maciça porosa pouco coesa in situ a partir do horizonte B21. Na classe PV latossólico (Brasil, 1975) a variação de estrutura de sub-angular para granular com aspecto maciço poroso se dá a partir do B1t, em alguns perfis.

No levantamento de solos do Estado do Espírito Santo (Brasil, 1978), na classe LVd coeso, perfil 7, a cor se altera em profundidade passando de 10 YR em B22 (180-284 cm) para 5 YR em IIC₂ (750-1240 cm); quanto a estrutura esta varia de blocos sub-angulares em B23 para granular maciça porosa em B3; nos horizontes C1 e C2 utilizou-se o algarismo romano II como indicativo de descontinuidade, apesar da ausência de diferenças significativas em propriedades mineralógicas outras que a quantidade de material concrecionário no horizonte C1.

Na unidade Latossolo Amarelo (Brasil, 1981) a coesão varia de muito pouco coeso a moderadamente coeso in situ, a relação Al_2O_3/Fe_2O_3 é maior que 7,0 e os percentuais de Fe_2O_3 não ultrapassam 9%.

2.5. Conceituação das classes de solos Latossolc e Podzólico

Segundo Bennema e Camargo (1964) os solos latossólicos e podzólicos são definidos pela presença de horizonte B latossólico e B textural, respectivamente. Os conceitos propostos para caracterizar os horizontes B latossólico e B textural correspondem em grande parte as definições de horizontes óxico e argílico do Sistema de Classificação de Solos Americano (Estados Unidos, 1975).

O horizonte B latossólico (e o horizonte óxico) é caracterizado pela ausência ou teores muito baixos (menores que 4%) de minerais facilmente intemperizáveis, predomínio de caulinita e sesquióxidos de ferro e/ou alumínio na fração argila, domínio de quartzo na fração areia e capacidade de troca de cátions (Valor T) baixa. Estas propriedades refletem alto grau de intemperismo (Olmos I Lara-ch, 1981).

Os critérios adotados para a identificação do horizonte B textural (similares ao horizonte argílico) envolvem a existência de:

1. Gradiente textural entre o horizonte eluvial e o iluvial, variável segundo a textura destes e com índices diversos nos Sistema de Classificação Americano (Estados Unidos, 1975) e Brasileiro (em fase de elaboração).

2. Uma espessura que corresponda no mínimo a un décimo da soma das espessuras dos horizontes sobrejacentes, ou com valores mínimos entre 7,5 e 15 cm em função da textura do horizonte iluvial;
3. Se o horizonte B for estruturado, deve apresentar cerosidade em alguma superfície da unidade estrutural e nos poros, em grau de desenvolvimento e quantidade variável com a textura dos horizontes eluvial e iluvial e mineralogia das argilas do horizonte B (Estados Unidos, 1975).

As principais características morfológicas dos latossolos são: solos profundos, com espessura do solum freqüentemente maior que 2,0 m; seqüência de horizontes A, B, C; não hidromórficos; transição entre os sub-horizontes B gradual a difusa; cores bruno, amarelo e vermelho no horizonte B; estrutura granular na camada superficial e granular forte muito pequena no horizonte B, com menor freqüência em blocos sub-angulares fraca a moderada; consistência úmida friável a muito friável em todo o solum; ausência de cerosidade ou cerosidade pouca e fraca. Além destas propriedades são comuns aos latossolos a alta porosidade, elevada permeabilidade e teores de argila dispersável em água nulos ou muito baixos no horizonte B (EMBRAPA/SNLCS; 1979; Jacomine, 1979; Olnos I. Larach, 1981).

Os solos podzólicos possuem propriedades bastante variáveis quanto a profundidade do solum, estrutura, consistência, etc, mas como características comuns estão as seguintes: transição entre os horizontes nítida, gradiente textural conduzindo a diferença de permeabilidade no solum, evidências de translocação de argilas e teor de argila dispersável em água elevado nos horizontes eluvial e iluvial.

Conforme o Sistema de Classificação Americano (Estados Unidos, 1975), os latossolos são classificados como componentes da ordem "Oxisols" e os podzólicos como "Ultisols" e "Alfisols". Segundo Cline, 1975, os conceitos generalizados das classes Latosol e Oxisol são semelhantes em qualidade, mas quantitativamente diversos latossolos são identificados como Inceptisol, Ultisol ou Alfisol.

Van Wambeke, 1967, observa que há uma convergência entre as definições de uma classe de solos típica de clima tropical úmido nas diferentes correntes de classificação de solos. Esta unidade identificada como: "typical sols ferrallitiques" (Aubert, 1954 - in Van Wambeke, 1967); Oxisols bem-drenados (Estados Unidos, 1960); "typical ferralsols" (Sys, 1961 - in Van Wambeke, 1967) e latossolo (Bennema e Camargo, 1964), demonstra coincidência em suas características diferenciais mais importantes. Ainda

gundo este autor, a identificação de solos com horizonte argílico, em áreas tropicais, é freqüentemente mascarada por efeitos de cultivo e de sedimentação, que alteram as proporções no teor de argila resultante de translocação do horizonte eluvial para o iluvial.

Ramos (1981) considera que a definição da classe de solo deve abordar características que não permitam diferentes interpretações para diferentes usuários. Na identificação do horizonte argílico, a presença de cerosidade ou cutans não deve se entendida como diferencial necessária e sim como característica acidental auxiliar, da mesma forma que sua ocorrência é possível no horizonte óxico, dentro de certos limites. Este autor observa ainda que no caso dos latossolos, o aspecto químico que resulta na maior restrição ao seu uso agrícola, estando diretamente ligado à gênese, deve receber maior peso como característica diferencial.

Lima (1981), ao estudar solos desenvolvidos de sedimentos Barreiras, apresenta como diferenças básicas entre as classes de latossolos e podzólicos de tabuleiro, aquelas correspondentes às características distintivas entre horizonte B latossólico e B textural, citadas a seguir:

1. Aumento no teor de argila do horizonte B textural, sem subsequente decréscimo em profundidade;

2. Existência de filmes de argila (característica nem sempre nítida no campo) e algum desenvolvimento da estrutura em blocos na parte superior do B textural, e;
3. Proporções significativas de argila naturalmente dispersa na parte superior do horizonte B textural.

Bennema e Camargo (1979) propõem modificação na definição do horizonte B latossólico, incluindo o valor limite de 13 meq/100 g de argila para o teor máximo de capacidade de troca catiônica, após a correção do teor devido à matéria orgânica, divergindo do conceito de horizonte óxico do Sistema Americano, onde a CTC deve ser inferior a 16 meq/100 g de argila (Estados Unidos, 1975).

A separação de classes de latossolos brasileiros, proposta por Bennema e Camargo em 1979, identifica as unidades de latossolos localizados no Vale do Rio Amazonas, em terraços costeiros e em algumas superfícies antigas localizadas em chapadas e referidas ao período Terciário, como componentes da classe Latossolo Amarelo Caolinítico, cujas principais propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas correspondem àquelas descritas em latossolos desenvolvidos a partir de sedimentos do Grupo Barreiras.

Os autores acima citados não encontram correspondência no Soil Taxonomy, entre a classe Latossolo Amarelo Caolinítico e classes pertencentes a ordem Oxisols. Com a finali-

dade de caracterizar esta unidade no Sistema Americano, Bennema e Camargo propõem o termo "Olix" para a categoria grande grupo, sendo Oligo=pouco e x indicativo de sesquióxidos (poucos sesquióxidos), resultando nas seguintes classes de solos: Olixorthox e Olixustox para as sub-ordens Orthox e Ustox, respectivamente.

Moormann (1978) menciona que as classes de solos Alfisols e Ultisols não permitem o destaque de unidades com argila de atividade baixa, em nível hierárquico proporcional a sua importância do ponto de vista de manejo de solos e de propriedades físicas e químicas correlatas. Portanto, as seguintes proposições são feitas:

1. Introdução do prefixo "Kandi" (caolinita) na nomenclatura a nível de grande grupo, como por exemplo: Kandiudalf, Kandiustult, etc.
2. Criação de uma nova ordem caracterizada pela presença de argila de baixa atividade, que possa incluir não só os "Kandi" Alfisols e Ultisols, mas também os sub-grupos oxíde de outras ordens, Inceptisols, Molisols e mesmo Oxisols, nas quais esta diferencial seria usada em nível hierárquico inferior.

Bennema (1982) ao estudar Ultisols e Oxisols, com minerais de argila caoliníticos, desenvolvidos a partir de sedimentos do Terciário, correlaciona a classe Latossolo Ama-

relo Caolinítico aos solos designados pela FAO (FAO/UNESCO, 1974) como Xanthic Ferralsols. O autor atribui a esses solos as seguintes características mineralógicas: predomínio de quartzo na fração areia; níveis baixos de gibsita ou ausência desta; domínio de caolinita na fração argila com traços de minerais interestratificados e presença de goethita. Também foi observado que, em alguns solos intermediários entre Oxisols e Ultisols, o incremento de argila no horizonte B é maior que o esperado para um Oxisol típico mas não é suficiente para o diagnóstico do horizonte argílico, apesar de existirem alguns filmes de argila neste horizonte.

2.6. Laterita

Diversos termos, entre eles "canga" (Lamego, 1955), e definições tem sido usados para caracterizar materiais enriquecidos em sesquióxidos de ferro e alumínio, endurecidos ou não, que ocorrem em solos e sedimentos. Algumas considerações são abordadas a seguir, visto que a presença desse material é uma constante em solos associados a sedimentos do Grupo Barreiras.

O termo laterita (do latim "later" = tijolo) foi criado por Buchanan, em 1807, para designar o material ferruginoso, vesicular e aparentemente não estratificado que ocorre em vastas extensões em Malabar, na Índia (Sivarajasingham et al., 1962).

Kellog, em 1949, restringiu o termo laterita a quatro formas de materiais ricos em sesquióxidos, que são duros ou endurecem quando expostos ao ar, quais sejam: a) argilas mosqueadas macias que se transformam em harpans, b) harpans e crostas celulares e mosqueadas, c) concreções ou nódulos em uma matriz não consolidada e d) massas consolidadas de concreções ou nódulos (Sivarajasingham et al., 1962).

O nome plintita (do grego "plinthos" = tijolo) foi proposto pelo Soil Survey Staff (Estados Unidos, 1960 e 1975) para expressar "material rico em sesquióxidos e pobre em húmus, altamente intemperizado, que ocorre como mosqueado vermelho escuro em padrões laminares, poligonais ou reticulados. Este material transforma-se irreversivelmente em "hardpan" ou agregados irregulares, ao ser exposto a ciclos alternados de "umedecimento e secagem".

Por concreções de ferro, segundo o Soil Survey Manual (Estados Unidos, 1951), entendem-se "acumulações locais de ferro endurecidas, dispostas em pellets, esféricos ou não e irregulares formados em ambientes onde houve alternância de redução e oxidação".

Smith et al. (1977) propõem um novo horizonte diagnóstico denominado litoplíntico e definido como: "hardpan permanentemente endurecido com canais tubulares de diâmetro variável, preenchidos por terra fina e espaçados a distân-

cias laterais de um a dez centímetros. Este material não forma contato lítico, paralítico ou petroférico".

Quanto à classificação de solos, no Sistema Americano (Estados Unidos, 1975), os materiais lateríticos são reconhecidos em vários níveis. Nos Oxisols são incluídos em grande grupo, subgrupo e família; nos Alfisols e últisols enquadram-se em grande grupo e sub-grupo. Segundo Es-waram et al. (1983) a falta de um paralelo entre as definições de "laterita", "laterítico" e "latossol", é o elemento responsável pela diversidade de classes e conceitos.

O conceito de laterita adotado por Sivarajasingham et al. (1962) é restrito a material altamente intemperizado, rico em formas secundárias de ferro e/ou alumínio, pobre em húmus, contendo quartzo e argilas silicatadas, teores baixos de minerais primários facilmente intemperizáveis, duro ou sujeito ao endurecimento quando exposto a ambiente oxidado. O autor exclui dessa definição o material terroso, não endurecido, que tem sido chamado de "laterita" ou "solo laterítico".

Diversas propriedades químicas e mineralógicas são atribuídas à laterita (Prescott e Pendleton, 1952; Sivarajasingham et al., 1962; Maignien, 1966), entre elas o alto teor de sesquióxidos de, ferro e/ou alumínio, estando o ferro livre geralmente na forma de goetita e hematita, o alu-

mínio como gibbsita, o titânio como rutilo ou ilmenita, a sílica livre como quartzo, e a sílica, combinada em argilas do grupo da caulinita:

Quanto à distribuição geográfica da laterita e as interrelações com o meio ambiente, há maior ocorrência em regiões intertropicais, onde as temperaturas são elevadas e a precipitação pluviométrica é concentrada em alguma estação do ano, como na África, Austrália, Índia, Sudeste da Ásia e América do Sul (Maignien, 1966). A ocorrência de laterita não é necessariamente resultante do clima atual, nem sua gênese condicionada ao mesmo tempo geológico; no entanto, existem indícios de que o Terciário reuniu condições particularmente favoráveis à laterização (Prescott e Pendleton, 1952; Sivarajasingham et al., 1962; Aubert, 1963; Maignien, 1966; Daniels et al., 1971).

A laterita sobrepõe-se a uma grande diversidade de materiais de origem. No caso de material autóctone, há uma constância nas proporções de óxidos de ferro e alumínio, minerais resistentes ao intemperismo e prolongamento de veios de quartzo. Em material sedimentar coluvial pode haver formação de laterita sem alteração significativa dos constituintes minerais do sedimento, desde que previamente edafizados. A laterita é ainda observada em áreas erodidas e materiais retrabalhados provenientes de velhos solos la-

teríticos podendo estar sepultada por sedimentos mais recentes (Sivarajasingham et al., 1962). Segundo este autor a laterita ocorre em quatro paisagens distintas:

- a) remanescentes de peneplanos em posições elevadas;
- b) base inferior de encosta constituída de colúvio sujeito a alternâncias de umedecimento e secagem;
- c) planos inferiores com lençol freático elevado ou aporte de água de partes mais altas da paisagem; e,
- d) outras terras altas que não peneplanos desgastados.

No processo de formação da laterita algumas características são comuns: alteração envolvendo perda de bases e sílica ; individualização dos constituintes minerais; acúmulo de sesquióxidos de ferro e/ou alumínio; neossíntese de caulinita em proporção variável; e complexo de troca insaturado com tendência à acidificação do meio (Maignien, 1966).

Maignien (1966) diferencia dois níveis de alteração na formação de horizontes concrecionários. O primeiro, menos intenso, ocorre a menor profundidade no perfil de solo e é observado em solos tropicais ferruginosos, Ultisols e até Alfisols, tem espessura moderada, transição entre horizontes nítida, matiz 7,5 a 10 YK e acentuada caulinitização. O segundo nível, mais evidente, apresenta um horizonte concrecionário dentro de uma profundidade média de 2,0

metros, composto de concreções resultantes da deposição sucessiva de sesquióxidos ou da alteração da rocha e impregnação por soluções ferruginosas.

Os estudos realizados até hoje sobre laterita e solos correlatos confirmam a posição citada por Daniels et al. (1971), segundo a qual: "Os solos situados em superfícies geológicas atuais e os processos de gênese que operam correntemente são influenciados pela história total da área".

2.7. Limitações ao uso agrícola em solos de tabuleiro.

Os solos de tabuleiro na região de Campos São cultivados intensamente com cana-de-açúcar, registrando-se porém níveis de produtividade inferiores àqueles observados para esta cultura na Baixada Quaternária. As principais limitações ao uso agrícola são: baixa fertilidade natural, adensamento na altura dos horizontes A3 e/ou B1, baixa capacidade de retenção de umidade e permeabilidade não-homogênea de água ao longo do perfil (Ramos, comunicação pessoal).

Jacomine (1974) também evidencia a baixa fertilidade natural como principal limitação ao uso agrícola dos solos de tabuleiro, mas apresenta como características favoráveis a profundidade dos solos e o relevo plano a suave-ondulado, favorável à mecanização agrícola.

Em alguns solos de tabuleiro, a ocorrência de fragipan influencia o desenvolvimento vegetal, ao promover impedimento mecânico à penetração de raízes e/ou restringir o fluxo de água ao longo do perfil. O grau de limitação será função da profundidade em que se situa o fragipan e à sua espessura, bem como do tipo de cultura (Jacomine, 1974).

A existência de concreções lateríticas em solos originados de sedimentos do Grupo Barreiras, em função da profundidade em que ocorrem e de seu tamanho, poderá constituir limitação ao uso agrícola. Daniels et al. (1971) consideram que medidas rígidas de controle a erosão devem ser adotadas nestes solos, devido à possibilidade de perda da camada superficial do perfil e de exposição da laterita.

Setzer (1949) ao estudar os solos dos grupos 17 e 18 no Estado de São Paulo, desenvolvidos de sedimentos do Terciário, não ligados ao Grupo Barreiras, apresenta como fatores responsáveis pela pobreza destes solos as seguintes situações:

- a) sedimentos lixiviados provenientes do Complexo Cristalino;
- b) clima úmido acentuando a remoção de bases;
- c) queimadas da vegetação reduzindo o nível de matéria orgânica do solo; e,
- d) erosão, acentuada pela remoção da cobertura vegetal, sobrecarga de cultivo e diminuição do teor de húmus.

3. SOLOS ESTUDADOS

3.1. Descrição da área em que se localizam os perfis

A área de tabuleiros em que se localizam os perfis estudados representa a maior expressão geográfica contínua desses sedimentos no Estado do Rio de Janeiro. Distribuí-se desde o rio Itabapoana até os rios Muriaé e Paraíba por entre duas falhas paralelas, de direção NE-SW, que assinalam os limites, a NW com os terrenos pré-Cambrianos (gnaisses bandados e/ou laminados do grupo Paraíba do Sul, conforme Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro, INPE-DRM, 1976); a SE com o mar e a restinga quaternária.

É uma extensa superfície côncava para o céu, parabólica, que ganha altitude para NW, progressivamente, desde os 10-15 metros, no contato com a restinga, até 70-90 metros nas imediações do Pré-Cambriano. A superfície está hoje entalhada por uma rede de drenagem conseqüente, subparalela, cuja barragem pela restinga forma imensas lagoas embrejadas. A forma dessa superfície e a distribuição geo-

gráfica dos sedimentos, aliadas aos fatos geológicos conhecidos, sugerem que a deposição dos sedimentos Barreiras, nessa região, tenha sido consequência da reativação de falhas antigas que, no Terciário, soergueram a Serra do Mar e criou os desníveis associados, provavelmente na forma de um grande pedimento (coalescência de cones de dejeção). Considerando essa hipótese, pela qual a natureza dos sedimentos deveria variar da frente montanhosa matriz para os locais mais recentes e - mais que isso - a forma parabólica da superfície, é que foram selecionados os locais para exame de perfis, seguindo aproximadamente a linha de maior declive da superfície.

A região descrita apresenta uma área aproximada de 800 a 900 Km² e situa-se entre os paralelos 21°15' e 21°45' de latitude sul, e os meridianos 40°58' e 41°25' de longitude oeste de Greenwich.

A localização cartográfica dos perfis é apresentada a seguir:

Perfil 01 - Folha SF-24-G-II-3-Morro do Côco (IBGE, escala 1:50.000). Latitude 21°28'S e longitude 41°20'W.

Perfil 02 - Mesma folha do perfil 1. Latitude 21°29'S e longitude 41°20'W.

Perfil 03 - Folha SF-24-G-IV-I - Travessão (IBGE, escala 1:50.000). Latitude 21°32'S e longitude 41°20'W.

perfil 04 - Mesma folha do perfil 3. Latitude $21^{\circ}37'S$ e longitude $41^{\circ}20' W$.

Perfil 05 - Mesma folha do perfil 3. Latitude $21^{\circ}40'S$ e longitude $41^{\circ}16' W$.

3.2. Clima atual e vegetação

A região Norte Fluminense, no município de Campos, possui clima do tipo Aw segundo a classificação de Köppen, clima quente e úmido com estação chuvosa no verão. O regime pluviométrico é continental com uma estação seca acentuada. A temperatura média anual é da ordem de $22,7^{\circ}C$, com os meses mais quentes em janeiro e fevereiro, $25,3$ e $25,6^{\circ}C$ respectivamente. O mês mais frio é julho com $19,5^{\circ}C$, e a mínima absoluta de temperatura na área de tabuleiros foi de $6^{\circ}C$. A amplitude térmica anual está entre 5 e $6^{\circ}C$. A precipitação média anual é de 1.140 mm, na área do tabuleiro os valores médios oscilam entre 900 e 1.100 mm. O trimestre de maior pluviosidade vai de novembro a janeiro, com maior freqüência de chuvas em dezembro. Há um período seco bem marcado no inverno, julho e agosto, com níveis de precipitação de 30,8 e 36,2 mm, respectivamente. Este período de estiagem representa apenas cerca de 10% da precipitação total anual (Fig. 2) (Brasil, 1958 e MIC/IAA,1982).

Na região dos tabuleiros a vegetação original, composta de espécies florestais perenes, não mais existe.

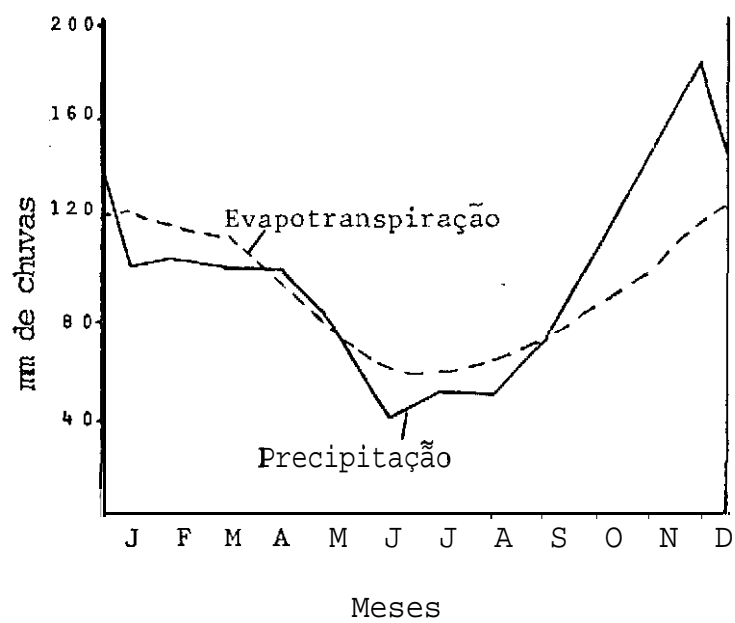


Figura 2. Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mather (1955) correspondente ao Município de Campos.

Em alguns pontos da paisagem são observados restos de mata secundária, tropical subperenifólia, representados pelas essências: peroba branca, canela, óleo vermelho, jequitibá, pau d'alho e araçá do mato; como sub-arbusto: guatambu, sapuva e taquarina (Brasil, 1958). Como vegetação dominante atual encontra-se a cultura de cana-de-açúcar, por vezes substituída pela pastagem ou cultivo de subsistência.

4. MÉTODOS

4.1. Levantamento dos Solos

A escolha dos locais de amostragem teve como base o estudo do seguinte material:

- a) Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:500.000 (INPE-DRM, 1976);
- b) Mapa do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:400.000 (IBGE, 1975);
- c) Cartas geográficas do IBGE, escala 1:50.000 (IBGE,1968);
- d) Mosaico semicontrolado de radar, folha SF-24.V.C. (Brasil, 1976);
- e) Mapa do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal (Brasil, 1958);
- f) Mapa do Levantamento Pedológico do Norte Fluminense, escala 1:200.000 (FUNDENOR, 1970); e
- y) Fotografias aéreas da região, escala 1:60.000, projeto AST-10.

4.2. Descrição e coleta de amostras

A descrição dos perfis e coleta de amostras foram realizadas conforme as normas do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos e Santos, 1982). Os seguintes aspectos são avaliados: cor, textura, espessura dos horizontes, estrutura, consistência, transição, características biológicas, mosqueado, concreções, adensamento e drenagem do perfil. Estas informações são apresentadas em apêndice.

No perfil 3, além das amostras correlatas aos horizontes descritos na trincheira, o material concrecionário observado no corte da RFFSA foi dividido em três camadas, de acordo com a frequência e forma das concreções, e coletado para análise.

4.3. Métodos de Análises

A descrição detalhada dos métodos utilizados nas análises está contida no Manual de Métodos de Análise de solos (EMBRAPA/SNLCS, 1979). Outros procedimentos que foram seguidos e que não estão assinalados nesse Manual são aqui descritos de forma resumida, e citadas as devidas referências.

As determinações foram feitas na terra fina seca ao ar (TFSA), e em amostras indeformadas no caso de

análises que exigiam a manutenção das relações material sólido - espaço de poros. As amostras de cada horizonte foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com abertura de 2,0 mm, obtendo-se terra fina secada ao ar. Com exceção das determinações e expressão dos resultados de calhaus e cascalho, densidade aparente, porosidade total, mineralogia da fração grosseira e areias; os demais resultados estão expressos em TFSE (terra fina secada com estufa, a 105°C) para o que foi utilizado um fator de correção.

4.3.1. Análises físicas

Calhaus e cascalho

Separados por tamisação em peneiras de malha de 20 mm e 2 mm, respectivamente, lavados com água corrente e, posteriormente à pesagem, tratados com hidróxido de amônio para a análise mineralógica.

Terra fina

Separada por tamisação, no fracionamento comum à determinação anterior, recolhendo-se o material que passou na peneira de 2,0 mm.

Composição granulométrica

Dispersão com NaOH 1N e agitação em baixa rotação

durante 16 horas, segundo modificação apresentada por Rezende (1979). O teor de argila total foi determinado na suspensão pelo método da pipeta (Day, 1965). As frações areia grossa e areia fina foram separadas por tamisação em peneiras de malha 0,2 e 0,053 mm, respectivamente. O silte foi obtido por diferença.

Os diâmetros das partículas foram considerados segundo a classificação adotada pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (Lemos e Santos, 1982).

Argila dispersável em água

Determinada pelo método acima exposto para argila total, utilizando-se água destilada para dispersão.

Grau de flocculação

Calculado segundo a fórmula:

$$GF = \frac{\% \text{ argila total} - \% \text{ argila dispersa em água}}{\% \text{ argila total}} \times 100$$

Relação silte/argila

Resultante do quociente entre as percentagens de silte e argila total.

Densidade aparente

Determinada pelo método do anel volumétrico (Kopecky) e expressa em g/cm^3 .

Densidade real

Determinada pelo método do picnômetro segundo Blake (1965) e expressa em g/cm^3 .

Porosidade total (P%)

Calculada segundo a fórmula:

$$P\% = 100 \times \left(1 - \frac{\text{Densidade aparente}}{\text{Densidade real}} \right)$$

Equivalente de umidade

Determinada por centrifugação da amostra saturada, a 2.440 rpm durante 30 minutos.

4.3.2. Análises Químicas

pH com água e KCl N

Determinados potenciométricamente na suspensão solo-líquido de 1:2,5, com tempo de contato de uma hora e agitação da suspensão antes da leitura.

ΔpH

Obtido pela diferença entre: pH em KCl N e pH em água.

Carbono orgânico

Determinado através da oxidação da matéria orgâni-

ca pelo bicromato de potássio 0,4N em meio sulfúrico e titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,1N.

Nitrogênio total

Determinado após digestão da amostra com ácido sulfúrico em presença de sulfato de cobre e sulfato de sódio. A dosagem do N se fez por titulação com HCl 0,01N, após retenção do NH_3 em ácido bórico na câmara de difusão.

Fósforo assimilável

Extraído com solução de HCl, 0,05N e H_2SO_4 0,025N (North Carolina) e dosado por colorimetria após a redução do complexo fosfomolibdico com ácido ascórbico, em presença de sal de bismuto.

Cálcio e magnésio trocáveis

Extraídos com solução de KCl 1N na proporção 1.20. O Ca^{++} + Mg^{++} foram determinados em presença de "coquetel -tampão" (TEA e cianeto de potássio) e o Ca^{++} sozinho em presença de TEA a 50% e KOH a 10%, sendo ambos titulados com EDTA 0,0125 M; o Mg^{++} foi obtido por diferença.

Potássio e sódio trocáveis

Extraídos com solução de HCl 0,05N na proporção 1:10 e determinados por fotometria de chama.

Valor S =(soma de cátions trocáveis)

Calculados pela fórmula:

$$\text{Valor S} = \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$$

Alumínio extraível

Extraído com solução de KCl na proporção 1:20 e determinado pela titulação da acidez com NaOH 0,025N.

Acidez extraível ($\text{H}^{+} + \text{Al}^{+++}$)

Extraída com solução de acetato de cálcio N ajustada a pH 7,0 na proporção 1:15 e determinada por titulação com NaOH 0,0606N. o hidrogênio extraível foi obtido pela diferença entre $\text{H}^{+} + \text{Al}^{+++}$ e alumínio extraível.

Valor T (capacidade de troca de cátions-CTC)

Obtido pela soma de: Valor S + acidez extraível

Valor V (percentagem de saturação de bases)

Calculada pela fórmula: $V\% = \frac{\text{Valor S} \times 100}{\text{Valor T}}$

Percentagem de saturação com e Al^{+++} e Na^{+}

Calculadas pelas fórmulas:

$$\frac{100 \cdot \text{Al}^{+++}}{\text{S} + \text{Al}^{+++}} \text{ e } \frac{100 \cdot \text{Na}^{+}}{\text{T}}, \text{ respectivamente.}$$

Ataque sulfúrico (H₂SO₄ d = 1,47, 1:1)

Aplicado como pré-tratamento à terra fina para extração dos componentes minerais. Consiste de tratamento com H₂SO₄ 1:1 sob refluxo, com fervura durante meia hora, posterior resfriamento, diluição e filtração. A sílica é determinada no resíduo; ferro, alumínio, titânio e manganês no filtrado, conforme métodos expostos a seguir:

SiO₂ - Solubilizada no resíduo do ataque sulfúrico com solução de NaOH a 30%, sob fervura branda e refluxo. A sílica foi determinada colorimetricamente em espectrofotômetro na faixa de leitura de 695 mμ, após tratamento com solução ácida de molibdato de amônio, ácido tartárico e ácido ascórbico.

Fe₂O₃ - Determinado com uma alíquota do extrato sulfúrico (ajustada para pH 1,5) por meio de titulação com EDTA 0,01 M em presença do ácido sulfossalicílico como indicador.

Al₂O₃ - Determinado na mesma alíquota que foi usada para a dosagem de Fe₂O₃, após correção do pH com acetato de amônio. A dosagem do Al₂O₃ é feita titulando-se o excesso de CDTA 0,031 M com sulfato de zinco 0,0156 M, e inclui TiO₂ presente na amostra, cujo valor deve ser descontado.

TiO_2 - Determinado em alíquota do filtrado, após tratamento com H_2SO_4 1:1 e permanganato de potássio. A dosagem é feita por colorimetria em espectrofotômetro na faixa de leitura de 430 m μ , antecedida da adição de ácido oxálico, ácido fosfórico 1:1 e perhidrol.

MnO - Determinado em uma alíquota diluída do extrato sulfúrico por meio de espectrofotometria de absorção atômica, usando o "Shimadzu Atomic Absorption/Flame-Spectrophotometer AA 630-12".

Relações moleculares K_i , K_r e ALFE na terra fina

Calculadas pelas expressões:

$$K_i = \frac{\%SiO_2 \times 1,70}{\%Al_2O_3}, \quad K_r = \frac{\%SiO_2 \times 1,70}{\%Al_2O_3 + (\%Fe_2O_3 \times 0,64)} \quad e$$

$$ALFE = \frac{\%Al_2O_3 \times 1,57}{\%Fe_2O_3}$$

Relação molecular SIFE (Ramos, 1981)

Obtida pela expressão:

$$SIFE = \frac{\%SiO_2 \times 2,67}{\%Fe_2O_3}$$

Relações percentuais FEAR, FEAS, SIAR e SIAS (Ramos, 1981)

Calculadas pelas divisões dos teores de Fe_2O_3 e

SiO_2 em percentagem, na terra fina, pelo teor de argila total (FEAR e SIAR) e pelo somatório dos percentuais de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 e MnO do ataque sulfúrico (FEAS e SIAS).

Ferro "livre" (Jackson, 1956; Mehra e Jackson, 1960)

Determinado colorimetricamente pelo tiocianato de potássio, em alíquota proveniente de extrato obtido com ditionito-citrato-bicarbonato (DCB).

4.3.3. Análises mineralógicas

Mineralogia das frações areia fina e areia grossa, cascalho e calhaus

Caracterizada pela identificação e determinação semi-quantitativa dos componentes minerais dessas frações, separadamente.

A identificação dos minerais foi feita por métodos óticos (Winchell e Winchell, 1959), mediante uso de microscopia estereoscópica pela análise dos seguintes aspectos: forma, angulosidade, cor, brilho, dureza, fragilidade, clivagem e propriedades magnéticas. As espécies não identificadas por este meio foram levadas ao microscópio polarizante, onde foram avaliadas propriedades óticas, tais como: pleocroísmo, birrefringência e sinal ótico.

A determinação foi semi-quantitativa, sendo os resultados expressos em percentuais estimados a partir da contagem das espécies minerais.

Mineralogia da fração argila

A separação da fração argila consistiu do tratamento da amostra com NaOH N, tamisação para separação das areias, decantação do silte, sifonamento da suspensão contendo argila, floculação com HCl e lavagem com água destilada. Após a separação, a argila foi concentrada por centrifugação a 1.500 rpm por 10 minutos.

Quando necessário, procedemos à eliminação de óxidos de ferro pelo método ditionito-citrato-bicarbonato (DCB), proposto por Mehra e Jackson (1960).

Para a análise de difração de raios X, foram tomadas alíquotas da suspensão de argila e preparadas lâminas orientadas. As análises foram feitas em difratômetro Rigaku, modelo D-Max II A, empregando-se radiação $K \alpha$ de $1,54050 \text{ \AA}$, produzida por tubo de cobre, a 35 KV e 15 mA. Para identificação dos argilominerais, as amostras foram saturadas com K e aquecidas a 550°C , além das análises ao natural.

4.4. Classificação

As propriedades morfológicas e os dados analíti-

cos foram utilizados para a classificação dos solos, segundo o Sistema Brasileiro, em fase de elaboração (Bennema e Camargo, 1979; Jacomine, 1979; Olmos I. Larach, 1981; e comunicações pessoais); o Sistema Americano (Soil Taxonomy, EUA, 1975); e o sistema da FAO (FAO/UNESCO, 1974).

4.5. Interpretação da aptidão agrícola

A interpretação da aptidão agrícola dos perfis tem como base o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SEPLAN-MA/EMBRAPA-SNLCS, 1978).

RBSULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Propriedades morfológicas

Estas propriedades são bastante homogêneas nos perfis em estudo. As principais diferenças recaem na profundidade do solum (A + B), na presença de material ferruginoso endurecido no perfil, no grau de desenvolvimento da estrutura e no grau de coesão.

A uma primeira observação, os perfis parecem ter grande isotropia vertical (pouca diferenciação de horizontes e transições difusas). Quanto à coloração, o tom amarelado e descorado do material difere daquele encontrado na maioria dos solos podzólicos e latossólicos, desenvolvidos a partir de gnaisses, na região de Campos. O exame mais cuidadoso modifica algumas dessas impressões, sobretudo no que se refere à isotropia vertical, que não existe, devido a variações de textura ao longo do perfil.

Os perfis têm seqüência de horizontes ABC, ou seja, contém um horizonte subsuperficial suficientemente desenvol-

vido para ser identificado como B. Nos perfis 4 e 5, o horizonte C não foi observado até a profundidade atingida pela trincheira.

5.1.1. Profundidade, espessura e transição dos horizontes

A profundidade do solum e a espessura do horizonte B aumentam com a diminuição de valor das cotas em que se situam os perfis, à exceção do perfil 2 (Tabela 1).

O horizonte A, diferenciado em Ap e A3 possui espessura variável (de 24 a 36 cm). O perfil 1, entretanto, é bisseca, pois a seqüência mais antiga está soterrada por material visivelmente coluvial, também diferenciado em Ap e A3, com espessura total de 32 cm e propriedades semelhantes àquelas do horizonte Ab. Os sub-horizontes Alb, no perfil 1, e Ap, nos perfis 2 a 5, tornam-se mais espessos com a diminuição de cota (Tabela 1), o que se pode atribuir ao maior tempo de utilização agrícola dos perfis localizados na parte mais baixa da paisagem (P4 e P5).

O horizonte B, subdividido em B1, B2 e B3, tem espessura entre 65 e 154 cm. A variação de espessura nos horizontes B1 e B2 é independente da posição topográfica.

No corte da RFFSA, Próximo ao perfil 3, observa-se material ferruginoso endurecido desde cerca de 300 cm até 420 cm de profundidade. No perfil 2 encontra-se material fer-

Tabela 1. Profundidade do solum, espessuras dos horizontes e presença de material ferruginoso em relação à posição topográfica (cotas) dos perfis examinados.

Perfil	Profundidade do solum (cm)	Espessura dos horizontes (cm)						Material ferruginoso (cm)	Cotas (m)
		A	B	Ap	A3	B1	B2		
1	138	56 ^(a)	82	10	14	20	53	-	100
2	95	30	65	10	20	29	36	95-161	95
3	167	36	131	11	25	16	92	-	60
4	180	29	151	13	16	11	108	-	35
5	190	36	154	17	19	10	94	-	15

(a) Incluindo horizontes Ap, A3 (32 cm) e Alb, A3b (24 cm).

ruginoso semelhante a esse, na profundidade atingida pela trincheira, desde 95 cm até 195 cm.

As principais variações de transição entre os horizontes são devidas à presença ou proximidade do material de origem, existência de material concrecionário e mudanças no tipo de estrutura. Nos perfis 3 e 4 essas variações são menos evidentes que nos perfis 1 e 2. As transições são regularmente planas e claras, passando a gradual e/ou difusa com o aumento da profundidade. As seguintes variações são encontradas, quanto à nitidez: no P1, abrupta entre A3 e Alb; no P2, abrupta entre B2 e Clcn; quanto à topografia: no P1, ondulada entre B3 e C1; e no P2, ondulada entre Clcn e C2cn, e irregular entre C2cn e C3cn.

5.1.2. Cor

As cores em geral são amareladas, tornando-se mais escuras nos horizontes superficiais devido à matéria orgânica, e mais avermelhadas em profundidade devido à influência dos óxidos de ferro e do material de origem. Em todos os horizontes A e parte dos sub-horizontes B, o matiz é 10 YR (passando para 7,5 YR em profundidade), com valor entre 3 e 7, e croma de 3 a 8.

As cores do horizonte A, nos perfis 1 a 5, não diferem significativamente daquelas observadas em solos podzólicos e latossólicos desenvolvidos de rochas ácidas, na região de Campos.

O perfil 3 apresenta cor do horizonte A mais escura que nos demais perfis, o que resulta do maior teor de matéria orgânica no horizonte superficial do P3, em relação aos demais solos estudados. Em P1 não se observou variação entre a cor dos horizontes A (AP e A3) e Ab (Alb e A3b).

O horizonte B, principalmente B1 e B2, apresenta matiz 10 YR e cor amarelada a bruno-amarelada, correspondendo às cores normalmente associadas a solos originados de sedimentos do Grupo Barreiras.

Os horizontes B3 e C têm cores mais vermelhas que aquelas observadas em B1 e B2, o que deve estar relacionado à proximidade do material de origem. O horizonte B3 tem matiz 10 YR nos perfis 4 e 5, e 7,5 YR nos perfis 1 e 3. Os horizontes C1 e C2 têm matiz 7,5 YR, sendo que em P1 observa-se mosqueado 5 YR no horizonte C1.

No corte da RFFSA (complemento ao perfil 3), as seguintes cores são observadas: vermelho-amarelado e amarelo-avermelhado, com matiz 5 YR, valor 6 a 7 e croma 5 a 6; mais vermelhas que aquelas encontradas nos perfis em estudo, na profundidade da trincheira,

A análise da variação de cor ao longo do perfil em relação à posição topográfica mostra que, à medida que aumenta a cota e decresce a profundidade do solum (Tabela 1) torna-se mais nítida a diferenciação de cor em profundida-

de. Em P4 e P5, situados em cotas mais baixas, o matiz é 10 YR em todos os horizontes, e não se identificou o horizonte C na profundidade da trincheira. Nos perfis 1, 2 e 3 o horizonte C1 foi identificado e observa-se uma variação de matiz de 10 YR para 7,5 YR, a partir do horizonte B21 no P1, do horizonte B2 em P2 e do horizonte B23 em P3. As mudanças de coloração e a profundidade em que ocorrem estão relacionadas, provavelmente, com a menor espessura do solum na parte mais alta da paisagem (P1 e P2).

5.1.3. Textura

A classe textural no horizonte superficial varia de franco-arenoso a argila arenosa. No horizonte B, a classe de textura é argila-arenosa ou mais fina. A relação textural B/A aumenta com a redução de cota, alcançando o maior índice no P5. Nos perfis 1 e 2 há um ligeiro decréscimo no teor de argila, do horizonte B para o C. No P3 esta redução não ocorre na trincheira, mas é notada no corte da RFFSA. Em 4 e 5 não há variação na classe textural a partir do horizonte B21.

Do perfil 1 para o 5 há um aumento no teor de areia no horizonte superficial e um decréscimo no de argila no horizonte B.

5.1.4. Estrutura

O quadro estrutural assemelha-se ao dos solos latossólicos e podzólicos. Nos cinco perfis há uma variação, em profundidade, no tipo de estrutura dos horizontes sub-superficiais. A estrutura modifica-se gradualmente, desde blocos angulares e sub-angulares até um aspecto maciço poroso in situ, similar ao da estrutura granular muito pequena, muito comum no horizonte B latossólico.

O horizonte Ap tem estrutura do tipo granular em todos os perfis, variando apenas quanto ao tamanho dos grânulos, principalmente em P3 e P5. Este fato não se correlaciona com a variação nos níveis de matéria orgânica, que é considerada um dos agentes causais na gênese da estrutura do horizonte A.

Os horizontes de transição A3 e B1 diferem dos demais quanto à estrutura, que apresenta aspecto maciço coeso ou moderadamente coeso, com alguns pedos do tipo granular em A3, nos perfis 1 e 2, o do tipo blocos angulares e sub-angulares em A3 e B1, nos perfis 1, 2, 3 e 5. Entre os diversos perfis, as variações de estrutura nos horizontes A3 e e B1 são devidas, provavelmente, ao menor teor de matéria orgânica e à compactação resultante do maior tempo de uso agrícola nos perfis 4 e 5, que possuem menor quantidade de material agregado e maior grau de coesão.

O horizonte B2 é caracterizado pela presença de estrutura em blocos subangulares e angulares, a qual, em todos os perfis exceto o P2, decresce em grau de desenvolvimento e tamanho dos pedos com o aumento da profundidade. Nos perfis 1 e 2, o caráter coeso é observado, em grau moderado, no horizonte B2. Em P4 e P5, o material é coeso em B21 e moderadamente coeso nos demais sub-horizontes. O perfil 3 não apresenta caráter coeso no horizonte B2, e possui maior grau de desenvolvimento de estrutura que os demais perfis. A estrutura observada no horizonte B2, descrita como blocos angulares e sub-angulares, difere da forma típica (Lemos e Santos, 1982) encontrada em solos podzólicos e latossólicos, desenvolvidos a partir de gnaisses do Pré-Cambriano, na região de Campos. Essa estrutura apresenta maior desenvolvimento no sentido vertical e pequena espessura, assemelhando-se a "escamas" que se destacam do material de solo.

O horizonte B3 tem aspecto "maciço poroso in situ" nos perfis 3, 4 e 5, com alguns pedos do tipo blocos sub-angulares e angulares. Em P1 e P3 esse aspecto estende-se para os horizontes subjacentes. Também no corte da RFFSA o material é "maciço poroso in situ".

5.1.5. Consistência

Quanto à consistência a seco, o material dos horizontes A3 e B1 apresenta-se "duro" ou "ligeiramente duro",

o que está de acordo com o desenvolvimento de estrutura nestes horizontes, com o aumento da densidade aparente e com a redução da porosidade. A forma de consistência destes horizontes coincide com as descrições morfológicas nos diversos solos, latossólicos ou podzólicos, desenvolvidos de sedimentos do Grupo Barreiras (Jacomine, 1979).

No perfil 3, não foram verificadas variações de consistência do material seco ao longo do perfil, apesar da presença do caráter coeso no horizonte A3. Provavelmente o maior teor de matéria orgânica seja o fator responsável por esta característica.

Em todos os perfis, a consistência úmida varia de friável a muito friável, aspecto freqüentemente associado à classe de solos com horizonte B latossólico. Nos perfis 2, 3 e 5 a friabilidade aumenta em profundidade, o que está de acordo com a variação do tipo de estrutura de blocos, com fraco desenvolvimento, para "maciça porosa in situ".

5.1.6. Cerosidade e superfícies foscas

Alguns aspectos relacionados com cerosidade e superfícies foscas, segundo definições de Lemos e Santos (1982), foram encontrados nos perfis 1, 2, 3 e 5.

Nos perfis 1 e 3 (horizontes B21 e B22), observavam-se filmes de argila na superfície dos elementos estruturais

e em alguns poros, com pequena nitidez e contraste pouco evidente em relação à matriz. A cerosidade é qualificada como fraca e pouca, respectivamente quanto ao grau de desenvolvimento e à quantidade.

Nos perfis 1, 2, 3 e 5 observam-se superfícies foscas, devidas à matéria orgânica, com maior nitidez que nos revestimentos de argila, principalmente no perfil 3. Na tabela 2 é apresentada a distribuição dessas superfícies em alguns sub-horizontes. Aparentemente, existe uma relação entre o teor de matéria orgânica, a presença de superfícies foscas e o percentual de argila dispersável em água; essa relação apoia a suposição de Bennema (1982) de que a matéria orgânica atue como agente dispersante da fração argila.

A presença de cerosidade em P1 e P3 não é suficiente para identificar estes perfis como solos com horizonte B textural, uma vez que a qualificação "pouca e fraca" é admitida no conceito da classe de solos com horizonte B latossólico.

5.1.7. Porosidade e raízes

Quanto ao tamanho e à quantidade os poros são "comuns", de tamanho pequeno e médio, na maioria dos horizontes. Em todos os perfis, a quantidade de poros aumenta em profundidade, o que está relacionado com a forma de estrutura, "maciça porosa in situ". Não há variação significativa

Tabela 2. Variação no teor de argila dispersável em água (%), grau de flocculação (GF), teor de carbono (C%) e presença de superfícies foscas, nos perfis 1, 2, 3 e 5.

Perfil	Horizonte	% argila dispersável	GF	C%	Superfícies foscas (a)
1	A3b	48	9	0,84	++
	B1	52	10	0,73	+
	B21	53	15	0,52	-
	B22	6	90	0,44	-
2	B1	38	9	0,57	+
	B2	48	2	0,51	+
3	A3	43	14	1,16	++
	B1	46	13	0,84	++
	B21	25	52	0,70	++
	B22	0	100	0,39	
5	B1	31	11	0,51	+
	B21	38	12	0,54	+
	B22	41	11	0,41	+

(a) ++ e + indicam, respectivamente, quantidade de superfícies foscas comum e pouca.

- indica ausência de superfícies foscas.

na distribuição dos poros nos horizontes de maior coesão.

No que se refere à distribuição de raízes, a quantidade decresce em profundidade e nos horizontes "coesos".

A limitação ao desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar, representada pelo caráter coeso, é evidenciada pela redução na quantidade de raízes nos horizontes A3 e/ou B1.

5.1.8. Concreções ferruginosas

O material concrecionário ferruginoso ocorre em todos os perfis e na vizinhança destes, sobre a superfície, com frequência variável.

Nos perfis 1, 2 e 3, as concreções são observadas nos cortes de estrada adjacentes, enquanto no P4, de relevo suave ondulado, esse material endurecido é encontrado em locais mais afastados.

Quanto à distribuição do material concrecionário, na profundidade atingida pela trincheira, apenas no perfil 2 esse material ocorre em proporção significativa. Nos demais perfis, as concreções são pequenas a muito pequenas, de formas arredondadas, consistência dura e natureza ferruginosa.

No perfil 2 o material concrecionário é comum a partir de 95 cm de profundidade, com tamanho variável, for-

mas que gradam de poligonal a esférica, consistência dura, coloração variegada e natureza ferruginosa com grãos de quartzo inclusos.

O material ferruginoso endurecido, observado na paisagem e em cortes de estrada adjacentes, apresenta natureza, coloração e consistência semelhantes àquela descrita no perfil 2. Nos perfis 1 e 2 observam-se concreções nas bordas erodidas da superfície e no corte da rodovia BR-101, dispondo-se como uma linha contínua que, possivelmente, representa o contato entre o sedimento Barreiras e o material intemperizado do embasamento Pré-Cambriano.

No corte da RFFSA, complemento ao perfil 3, o material concrecionário situa-se a cerca de 3 metros da superfície do solo, dispondo-se de forma contínua ao longo da estrada de ferro, com orientação NE-SW e mergulho de quase 90°, representando claramente o contato Grupo Barreiras-Pré-Cambriano. Também no perfil 2 observa-se orientação do material ferruginoso endurecido.

De uma forma geral, à medida que aumenta a cota (do perfil 5 para o 1), o material concrecionário é encontrado mais próximo da superfície, o solum torna-se menos espesso e a profundidade dos sedimentos do Grupo Barreiras diminui até expor nos cortes da rodovia BR-101 e da RFFSA o material intemperizado de rochas do Pré-Cambriano,

cujo contato com o Grupo Barreiras é marcado pelo material concrecionário ferruginoso. Nota-se ainda a modificação do relevo local, de tabuliforme para o tipo em "meias-laranjas".

5.2. Propriedades físicas

5.2.1. Granulometria

A distribuição granulométrica das frações calhaus, cascalho, areia grossa e areia fina, silte e argila é apresentada nas tabelas 3.a e 3.b.

Os perfis estudados podem ser distribuídos em dois grupos, em função da textura do horizonte B: a) solos com textura argilosa a muito argilosa - perfis 1 e 3, e b) solos com textura média a argilosa - perfis 2, 4 e 5. O primeiro grupo situa-se em relevo ondulado e suave-ondulado com cotas superiores a 60 metros, e o segundo (exceto o perfil 2) está em relevo suave-ondulado a plano com cotas inferiores a 35 metros. A diferença encontrada nos teores de argila e areia é conseqüência, possivelmente, de variações na própria granulometria dos sedimentos do Grupo Barreiras.

A fração calhaus ocorre no perfil 2 e no corte da estrada de ferro, em proporções que variam de 10% a 52% da amostra de terra. A localização deste material grosseiro está relacionada com o contato entre os sedimentos argilo-arenosos do Grupo Barreiras e o manto de intemperismo das rochas gnaíssicas.

Tabela 3a. Distribuição granulométrica, argila dispersável em água, grau de floculação (GF) e relações silte/argila e areia grossa/areia fina, nos perfis 1 e 3, e no corte da RFFSA.

Perfil	Horizonte ou camada	Distribuição granulométrica (%)						Argila dispersa (%)	GF (%)	Silte / Argila	AG / AF
		Calhaus	Cascalho	A G	AF	silte	Argila				
1	AP	0	2	44	14	2	40	34	15	0,05	3,1
	A3	0	2	37	11	2	50	44	12	0,04	3,4
	Alb	0	2	35	14	5	46	40	13	0,11	2,5
	A3b	0	2	33	12	2	53	48	9	0,04	2,7
	Blt	0	2	26	13	3	58	52	1,0	0,05	2,0
	B22	0	3	27	10	2	61	6	90	0,03	2,7
	B3	0	2	30	9	2	59	1	98	0,03	3,3
	C1	0	2	31	10	1	58	1	90	0,02	3,1
3	AP	0	1	35	15	3	47	38	19	0,06	2,3
	A3	0	1	33	14	3	50	43	14	0,06	2,4
	Bl	0	0	30	14	3	53	46	13	0,06	2,1
	B21	0	1	29	15	4	52	25	52	0,08	1,9
	B22	0	1	30	15	3	52	0	100	0,06	2,0
	B3	0	1	29	13	5	53	0	100	0,09	2,2
	C1	0	1	29	11	3	57	0	100	0,05	2,6
Corte da RFFSA	1a. cam.	0	15	28	11	4	57	0	100	0,07	2,5
	2a. cam.	39	21	34	10	4	52	0	100	0,08	3,4
	3a. cam.	41	32	49	9	1	41	0	100	0,02	5,4

Tabela 3b. Distribuição granulométrica, argila dispersável em água, grau de floculação (GF) e relações silte/argila e areia grossa/areia fina, nos perfis 2, 4 e 5.

Perfil	Horizonte	Distribuição granulométrica (%)						Argila dispersa (%)	GF (%)	Silte e argila	$\frac{AG}{AF}$	
		Calhaus	Cascalho	AG	AF	Silte	Argila					
2	Ap	0	2	45	17	1	37	31	16	0,03	2,6	
	A3	0	2	44	14	3	39	35	10	0,08	3,1	
	B1	0	2	40	16	2	42	38	9	0,05	2,5	
	B2	0	2	34	14	3	49	48	2	0,06	2,4	
	II C1	cn	10	41	33	13	4	50	45	12	0,08	2,5
	II C2	cn	52	6	40	13	4	43	39	9	0,09	3,1
	II c3	cn	0	9	54	10	2	34	30	12	0,06	5,4
4	Ap	0	0	44	25	6	25	15	40	0,24	1,8	
	A3	0	1	43	23	4	30	23	23	0,13	1,9	
	B1t	0	0	39	23	6	32	28	12	0,19	1,7	
	B22	0	1	37	20	5	38	31	18	0,13	1,9	
	B3	0	0	34	19	5	42	0	100	0,12	1,8	
5	Ap	0	0	62	16	5	17	15	12	0,29	3,9	
	A3	0	0	45	22	3	30	26	13	0,10	2,0	
	B1t	0	0	39	22	4	35	31	11	0,11	1,8	
	B22	0	0	31	20	3	46	41	11	0,07	1,6	
	83	0	0	33	20	5	42	21	50	0,12	1,7	

Da mesma forma que a fração calhaus o cascalho é expressivo em P2 e no corte da RFFSA, com percentuais entre 6% e 41%. No perfil 2 a presença de cascalho a 95 cm de profundidade torna-se uma propriedade importante para o uso agrícola e, portanto, a classe "cascalhenta" ou "com cascalho" deve ser evidenciada para a correta interpretação do uso agrícola. Nos demais perfis, a fração cascalho ocorre em percentuais inferiores a 2%, não representando limitação ao uso agrícola.

Em todos os perfis, a fração areia decresce gradualmente em profundidade até o horizonte B3 (Tabela 4). Os teores de areia dos horizontes superficiais aumentam na seguinte ordem: P3, PI, P2, P4 e P5. Não se considerando o perfil 2, a variação no teor de areia do horizonte A mostra relação inversa com a variação de cota (e com a situação topográfica), o que sugere alguma forma de influência do processo de deposição dos sedimentos do Grupo Barreiras (Lamego, 1955). Poderia, ainda, ser atribuída ao uso agrícola, já que o tempo de utilização agrícola é maior nos perfis 4 e 5. A relação percentual areia grossa/areia fina (AG/AF) decresce do perfil 1 para o perfil 5, no horizonte B. Essa proporção é uniforme, ao longo dos perfis, até o horizonte B3, constituindo um indício de uniformidade do solo. A partir do horizonte B3, essa proporção aumenta, o que pode ser atribuído a variação no próprio material de origem.

Tabela 4. Composição granulométrica (%), densidades aparente e real (g/cm^3), porosidade total (P%), equivalente de umidade (Ueq%) e teores de carbono (C%), nos perfis 1 a 5 e no corte da estrada de ferro.

Perfil	Horizonte	%		C (%)	Dap	Dr	P%	Ueq%
		Areia	Argila		(g/cm^3)			
1	Ap	58	40	1,17	1,28	2,53	49	14,8
	A3	48	50	0,85	1,51	2,61	42	17,3
	A1b	49	46	1,25	1,42	2,58	45	17,7
	A3b	45	53	0,84	1,49	2,63	43	19,8
	B1t	39	58	0,73	1,42	2,63	46	21,8
	B22	37	61	0,44	1,42	2,65	46	21,3
	B3	39	59	0,38	1,42	2,62	46	20,6
	C2	45	53	0,24	1,28	2,64	52	18,7
2	Ap	62	37	1,09	1,27	2,51	51	13,3
	A3	58	39	0,77	1,50	2,59	42	14,6
	B1	56	42	0,57	1,53	2,62	42	14,3
	B2	48	49	0,51	1,49	2,63	43	17,5
	II C2 cn	53	43	0,32	-	2,59	-	15,5
	II C3 cn	64	34	0,23	1,59	2,63	39	11,5
3	Ap	50	47	1,14	1,36	2,58	47	16,4
	A3	47	50	1,16	1,45	2,60	44	18,8
	B1	44	53	0,84	1,38	2,63	48	20,0
	B22	45	52	0,39	1,48	2,63	44	18,7
	B3	42	53	0,30	1,40	2,62	47	19,7
	C1	40	57	0,31	1,35	2,64	49	20,7
FTSA (corte)	1a. cam.	39	57	0,38	-	2,62	-	18,5
	2a. cam.	44	52	0,37	-	2,63	-	17,6
	3a. cam.	58	41	0,13	-	2,64	-	13,5
4	Ap	69	25	1,14	1,46	2,59	44	12,3
	A3	66	30	0,92	1,47	2,62	44	12,3
	B1t	62	32	0,62	1,57	2,64	41	12,9
	B22	57	38	0,35	1,51	2,63	43	13,3
	B3	53	42	0,29	1,44	2,64	45	14,5
5	Ap	78	17	0,81	1,36	2,60	48	8,3
	A3	67	30	0,54	1,61	2,62	39	11,1
	B1t	61	35	0,51	1,65	2,62	37	12,9
	B22	51	46	0,41	1,60	2,63	39	15,5
	B3	53	42	0,31	1,45	2,65	45	14,7

O silte tem valores muito baixos (1 a 6%) em todos os perfis. A relação silte/argila, que tem sido usada como índice de intemperismo em solos de clima tropical, parece não ter expressão neste caso, pois o próprio material de origem já é tido como caracterizado por sedimentos altamente intemperizados (Lamego, 1955; Mello e Fonseca, 1962). Se for esse o caso, a relação silte/argila inferior a 0,6 nestes perfis, não resultaria da maturidade genética dos solos e sim da composição granulométrica original dos sedimentos do Grupo Barreiras, na região de Campos.

Os teores de argila aumentam em profundidade até o horizonte B3, e a partir deste decrescem, principalmente em P1 e P2 (Tabela 4). Os percentuais de argila no horizonte sub superficial aumentam na seguinte ordem: P4, P5, P2, P3 e P1. A distribuição percentual de argila em relação a profundidade dos perfis (Figura 3) mostra um incremento, do horizonte A para o B, nos perfis 1, 4 e 5. A forma geral da curva assemelha-se àquela normalmente encontrada em solos podzólicos. Em P2 e P3, o aumento de argila em profundidade é gradual, e a forma geral da curva é similar à observada em solos latossólicos.

5.2.2. Argila dispersável em água e grau de floculação (GF)

Os percentuais de argila dispersável em água (AN) diminuem em profundidade em P1, P3 e P4 (Tabelas 3.a. e 3.b).

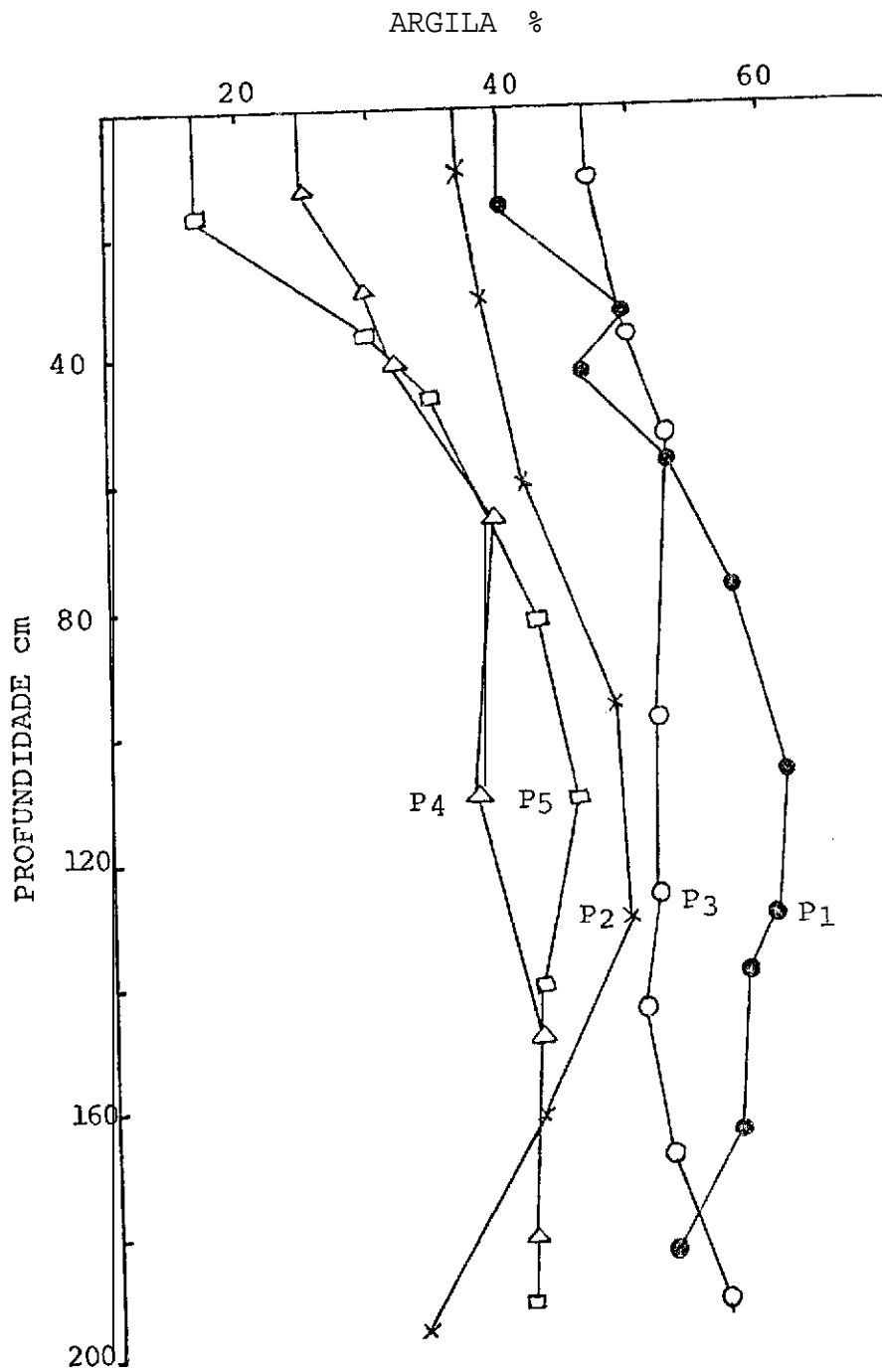


Figura 3. Curvas de distribuição da fração argila em função da profundidade, nos perfis 1 a 5.

Em P5 esse decréscimo só é verificado no horizonte B3, quando o grau de flocculação chega a 50%. No perfil 2 não há variação significativa de AN ou do grau de flocculação. Nos perfis 1, 3 e 4, o GF é 100%, ou próximo deste valor, na parte inferior do horizonte B2, no B3 e no C.

A presença de percentuais de argila dispersável em água, baixos no horizonte B (de GF igual ou próximo a 100%), é uma propriedade comumente observada em solos com horizonte B latossólico (horizonte sub-superficial óxico), da mesma forma que estrutura granular forte ou microestrutura, consistência úmida friável a muito friável e porosidade elevada. Estas últimas características foram verificadas nos horizontes inferiores em todos os perfis, independentemente do grau de flocculação.

Quanto ao comportamento da argila dispersa no perfil 2, sugere-se que este aspecto deva estar relacionado com a presença de material ferruginoso concrecionário a partir de 95 cm de profundidade.

As curvas de distribuição de argila dispersável em função da profundidade (Figura 4) mostram um incremento nos horizontes A3 e B1, nos perfis 1 e 3, e no horizonte B2, nos perfis 2, 4 e 5. A comparação das figuras 3 e 4 revela grande semelhança entre a forma geral das curvas nos perfis 2 e 5; e diferenças, acentuadas em profundidade, na forma de distribuição dos perfis 1, 3 e 4. Esse comportamento é refletido na variação do GF.

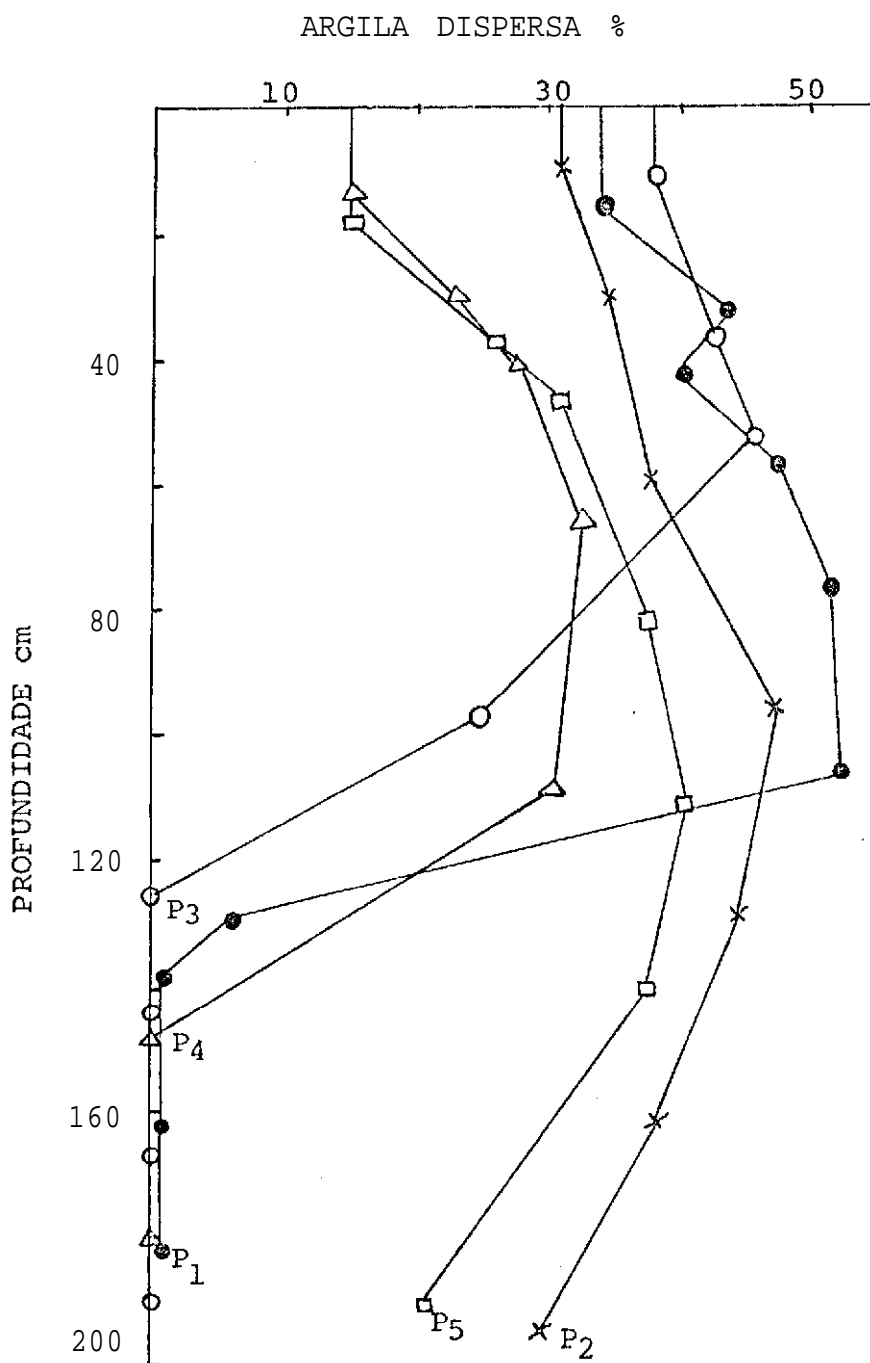


Figura 4. Curvas de distribuição da fração argila dispersável em água em função da profundidade, nos perfis 1 a 5.

Na maioria dos solos latossólicos e em solos podzólicos com argila de atividade baixa, os teores de argila dispersável são maiores nos horizontes superficiais e decrescem em profundidade. Nos perfis em estudo, esse comportamento sofre modificações. Em P1 e P3, os horizontes A3 e B1 (de maior coesão) têm níveis maiores de AN que os horizontes adjacentes. Nos demais perfis, os maiores valores estão no horizonte B2 (Tabelas 3.a e 3.b). Estes resultados sugerem que outros agentes, além da matéria orgânica, estejam contribuindo para a dispersão da argila nesses solos.

5.2.3. Densidade e Porosidade

Os perfis 1 a 5 têm valores de D_{ap} entre 1,27 e 1,65 g/cm^3 , e densidade real (D_r), virtualmente uniforme, de 2,53 a 2,65 g/cm^3 . A porosidade total é elevada e, à exceção do P2, aumenta em profundidade, com valores de 37 a 52% (Tabela 4).

Os horizontes A3 e/ou B1, que apresentam caráter coeso e consistência do material quando seco "duro", têm menor volume total de poros (P%) e maior D_{ap} que os horizontes adjacentes, sem variação significativa da D_r . No P3, apesar do caráter coeso no horizonte A3, "ligeiramente duro", quanto à consistência, as variações de D_{ap} e P% não são proporcionais (Tabela 4).

Densidade aparente (Dap)

O horizonte Ap tem menor Dap em todos os perfis e, à exceção do P2, valores semelhantes são observados nos horizontes B3, C1 e C2.

No Ap a redução da Dap é explicável pelo maior teor de matéria orgânica, aliado à estrutura granular e à ausência de coesão. Nos horizontes inferiores, a estrutura "maciça porosa" confere maior P%, reduzindo-se a Dap.

No perfil 2, a presença de material ferruginoso endurecido é o fator responsável pelo aumento da Dap, uma vez que a estrutura do horizonte concrecionário também é "maciça porosa".

Quanto à variação de Dap em função da posição topográfica, no horizonte Ap, esta aumenta na seguinte ordem: P2, P1, P3, P5 e P4, ou seja, sem correlação com o teor de matéria orgânica, mas semelhante à distribuição encontrada para a fração areia e também proporcional à intensidade de uso agrícola. No horizonte B2 a variação de Dap é proporcional ao aumento do teor de argila.

Densidade real (Dr)

O maior teor de matéria orgânica no horizonte superficial é responsável pela redução da Dr. Não há variação significativa com a posição topográfica, teor de argila ou presença de material concrecionário.

Porosidade (P%)

O volume total de poros tem distribuição inversamente proporcional à verificada para a D_{ap} , e pode ser explicada pelos mesmos fatores: teor de matéria orgânica, textura, estrutura, caráter coeso e uso agrícola.

5-2.4. Equivalente de umidade (U_{eq} %)

A retenção de umidade, avaliada através do equivalente de umidade, varia de 8 a 18% no horizonte A_p , proporcionalmente aos teores de carbono e de argila, alcançando o máxima de 22% no horizonte B_2 (P_1), onde o teor de argila é mais elevado (Tabela 4). Os teores baixos de umidade, nos perfis estudados, estão de acordo com os resultados de Benne-
ma (1982).

Além da mineralogia dos solos de tabuleiro, predominantemente caulinítica, o baixo teor de matéria orgânica contribui para a menor retenção de umidade nestes solos. Esse aspecto tende a ser agravado pelo uso de práticas culturais intensivas.

A capacidade de armazenamento e a disponibilidade de água no solo dependem de variações na capacidade de retenção de umidade e da quantidade e distribuição das precipitações pluviométricas. Os dados do balanço hídrico (segundo Thornthwaite e Mather, 1955 - Figura 2) indicam uma deficiên-

cia hídrica nos meses de maio a setembro, nessa região, o que permite supor que os perfis 4 e 5, com menores percentuais de umidade equivalente, argila e matéria orgânica, no horizonte A, terão menor retenção de umidade, menor capacidade de armazenamento e, portanto, serão mais limitantes ao uso agrícola que os perfis 1, 2 e 3, no que se refere à deficiência de água.

5.3. Propriedades químicas

Os resultados das determinações químicas estão resumidos nas tabelas 5 e 6, enquanto que os dados completos para cada perfil são apresentados no apêndice.

5.3.1. Complexo sortivo, pH e Carbono (C%)

Os cinco perfis possuem valores de pH em água na faixa de acidez forte a moderada, variando de 4,2 a 4,8, nos perfis 1, 3 e 4, para 5,1 a 6,0 nos perfis 2 e 5. À exceção do P2, nos demais perfis o pH decresce em profundidade, distribuição essa que se admite normal em solos com argila de atividade baixa, nas regiões tropicais. No P2 e amostras do corte da estrada de ferro (P3-complemento), observa-se um ligeiro aumento do pH em profundidade, o qual coincide com ~~pH~~ mais próximo de zero (sem que se torne positivo).

Em todos os perfis, o pH em KCl é menor que o pH em água. A carga líquida negativa resultante decresce em valor absoluto

Tabela 5. Propriedades químicas de alguns horizontes e camadas, nos perfis examinados

Perfil	Horiz. ou cam.	pH H ₂ O	ΔpH	C%	Complexo sortivo (meq/100g)						100.Al S + Al	CTC (a) meq/ 100g
					Ca+Mg	valor S	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	v%		
1	Alb	4,4	-0,7	1,25	1,28	1,4	1,5	4,6	7,5	19	52	3,5
	Blt	4,6	-0,7	0,73	1,03	1,1	1,4	3,7	6,2	18	56	4,8
	822	4,6	-0,6	0,44	0,87	1,0	1,0	2,4	4,4	23	50	3,8
	B3	4,2	-0,2	0,38	0,71	0,7	0,9	2,1	3,7	19	56	3,4
	C2	4,3	-0,3	0,24	0,61	0,7	1,0	1,3	3,0	23	53	3,6
2	Ap	5,3	-0,9	1,09	2,64	2,8	0,1	2,1	5,0	56	3	2,1
	A3	5,4	-0,8	0,77	2,74	2,8	0,1	1,7	4,6	61	3	4,0
	B2	5,9	-0,7	0,51	2,74	2,8	0,0	0,6	3,4	82	0	2,8
	II c3 cn	6,0	-0,6	0,23	1,46	1,5	0,0	0,2	1,7	88	0	2,5
3	Ap	4,7	-0,7	1,14	1,42	1,6	1,0	4,0	6,6	24	38	4,8
	E1	4,6	-0,5	0,84	1,25	1,3	1,2	3,9	6,4	20	48	6,1
	822	4,5	-0,5	0,39	1,12	1,2	1,1	2,4	4,7	26	48	6,0
	C1	4,4	-0,4	0,31	0,41	0,4	1,2	1,7	3,3	12	75	3,8
RFFSA	3a. cam.	4,8	-0,2	0,13	1,01	1,1	0,1	1,0	2,2	50	8	4,8
4	Ap	4,7	-0,8	1,14	1,60	1,7	0,8	3,9	6,4	27	32	4,0
	Blt	4,5	-0,7	0,62	0,76	0,8	1,2	2,8	4,8	17	60	5,9
	B2lt	4,3	-0,5	0,36	0,61	0,6	1,4	2,0	4,0	15	70	5,9
	B3	4,3	-0,5	0,29	0,46	0,5	1,0	1,2	2,7	18	67	3,2
5	Ap	5,2	-1,0	0,81	2,02	2,1	0,2	2,0	4,3	49	9	6,4
	Blt	5,1	-1,0	0,51	2,13	2,2	0,3	2,1	4,6	48	12	7,4
	B2lt	5,2	-1,1	0,54	2,33	2,4	0,3	2,8	5,5	44	11	7,8
	B3	4,5	-0,6	0,31	0,60	0,6	0,9	1,6	3,1	19	60	4,7

(a) -CTC da fração argila recalculada segundo método gráfico (Bennema, 1966).

cendo porém com o aumento da profundidade, como é evidenciado por valores de ΔpH mais próximos de zero nos horizontes B3, C1 e C2 (Tabela 5).

A variação de carbono orgânico (C%) ao longo do perfil (Figura 5) não difere da forma geral de distribuição da matéria orgânica, encontrada em solos latossólicos e podzólicos, de tabuleiro ou desenvolvidos a partir de rochas ácidas, em clima tropical (FUNDENOR, 1970; EMBRAPA/SNLCS, 1979 e 1980; Jacomine, 1979). Os níveis de carbono são baixos nos cinco perfis, e decrescem em profundidade; apenas no P1 observa-se uma diferente forma de variação no teor de C% e no teor de argila, o que confirma a existência de um solo enterrado a partir de 32 cm. Os teores de carbono no horizonte A vão de 0,81 (P5) a 1,25% (P1), verificando-se que, com o decréscimo no teor de matéria orgânica, há um ligeiro aumento da carga líquida negativa (à exceção do perfil 2) (Tabela 5). Esse fato é provavelmente devido à maior expressão das cargas negativas do mineral de argila, predominantemente caulinita, e à redução das quantidades de H^+ com o decréscimo no teor de matéria orgânica.

A soma de cátions trocáveis (Valor S) é menor que 2,8 meq/100g, o que denota o pequeno suprimento de bases nos perfis em estudo. O Valor S decresce em profundidade nos perfis 1, 3 e 4. Em P2 e P5, de maiores teores de cátions trocáveis, há um ligeiro aumento na soma de bases (principal-

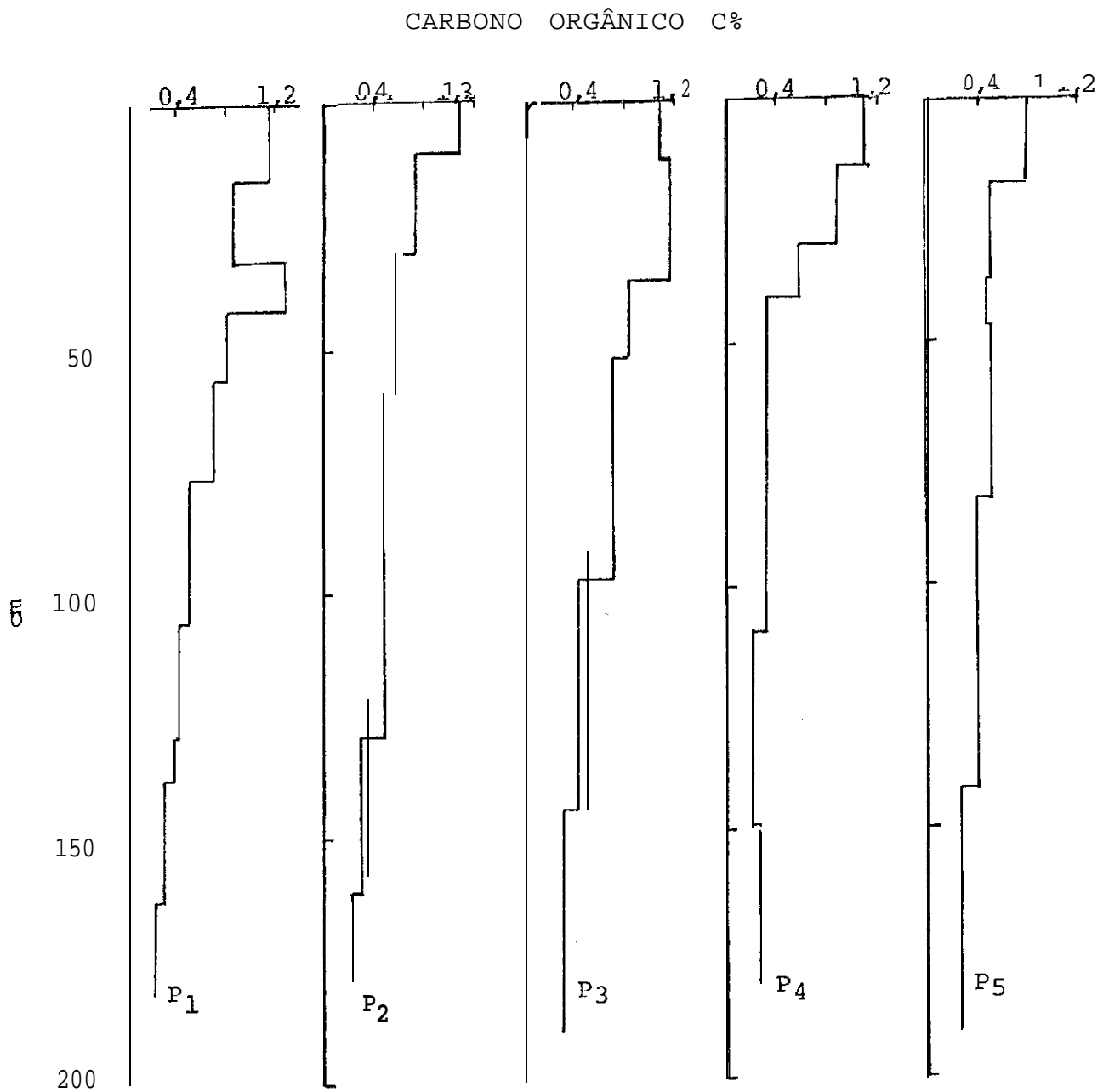


Figura 5. Distribuição de carbono orgânico (C%) ao longo dos perfis em estudo.

mente devido ao cálcio) até o horizonte B21.

Os valores mais elevados de capacidade de troca de cátions (CTC) estão nos horizontes superficiais, e mostraram uma distribuição proporcional às variações no teor de matéria orgânica. A CTC nos perfis em estudo não ultrapassa 7,5 meq/100g de terra fina, sendo que o complexo sortivo, nos perfis 1, 3 e 4, é dominado por alumínio e hidrogênio, conforme a indicação da saturação de bases (V%) e saturação com alumínio (Tabela 5). Já nos perfis 2 e 5, em consequência do aumento do Valor S e decréscimo no teor de Al^{3+} trocável, não correlacionados à variação de matéria orgânica, o Valor V% aumenta e a saturação com alumínio diminui ou chega a zero. No P5 há um aumento de alumínio em profundidade, a partir do horizonte B22, alcançando saturação de 60% no B3.

As propriedades químicas Valor V% e saturação com alumínio conferem aos perfis em estudo as seguintes características diferenciais: perfis 1, 3 e 4 - Distróficos (V% inferior a 50%) e Álicos (saturação com Al^{3+} superior a 50%); perfil 2 - Eutrófico (V% superior a 50%); e perfil 5 - Distrófico (Olmos I. Larach, 1981).

Os perfis 2 e 5 diferenciam-se significativamente dos demais quanto à saturação do complexo de troca. No P2, as variações encontradas são provavelmente devidas à menor evolução do solo e à maior influência do material de origem, representado pelos sedimentos do Grupo Barreiras recobrindo

materiais intemperizados do Pré-Cambriano. Quanto ao P5, situado em área de topografia suave e próxima ao contato geográfico com a Baixada Quaternária, os níveis mais altos de cálcio e magnésio e mais baixos de alumínio devem estar também relacionados com a adoção de práticas de adubação e calagem por maior período de tempo.

A CTC recalculada para 100g de argila, após descontar a contribuição devida à matéria orgânica (Bennema, 1966) é apresentada na tabela 5 e figura 6. A estimativa da CTC atribuída à fração orgânica varia de 3,8 a 4,7 meq por grama de carbono. Quanto à CTC da fração mineral, os valores situam-se entre 2,1 e 7,8 meq/100g de argila, menores em P1 e P2 e maiores no P5. À exceção do P2, nos demais perfis a CTC da fração mineral aumenta do horizonte superficial para o B2, e os valores mais altos são observados na transição do horizonte A para o B (A3 e/ou B1). No P2, a CTC da argila é ligeiramente maior no A3, coincidindo esse aumento com a faixa de maior coesão; no entretanto não são verificadas outras modificações que possam sugerir diferenças mineralógicas nos horizontes coesos em relação aos não-coesos.

Os níveis de CTC da argila são menores que 24 meq/100g em todos os perfis, permitindo caracterizar esses solos como contendo argila de atividade baixa (Tb) (Olmos I. Larach, 1981); e ainda, como os valores são menores que 13 meq/100g, concordam com as conceituações das classes de

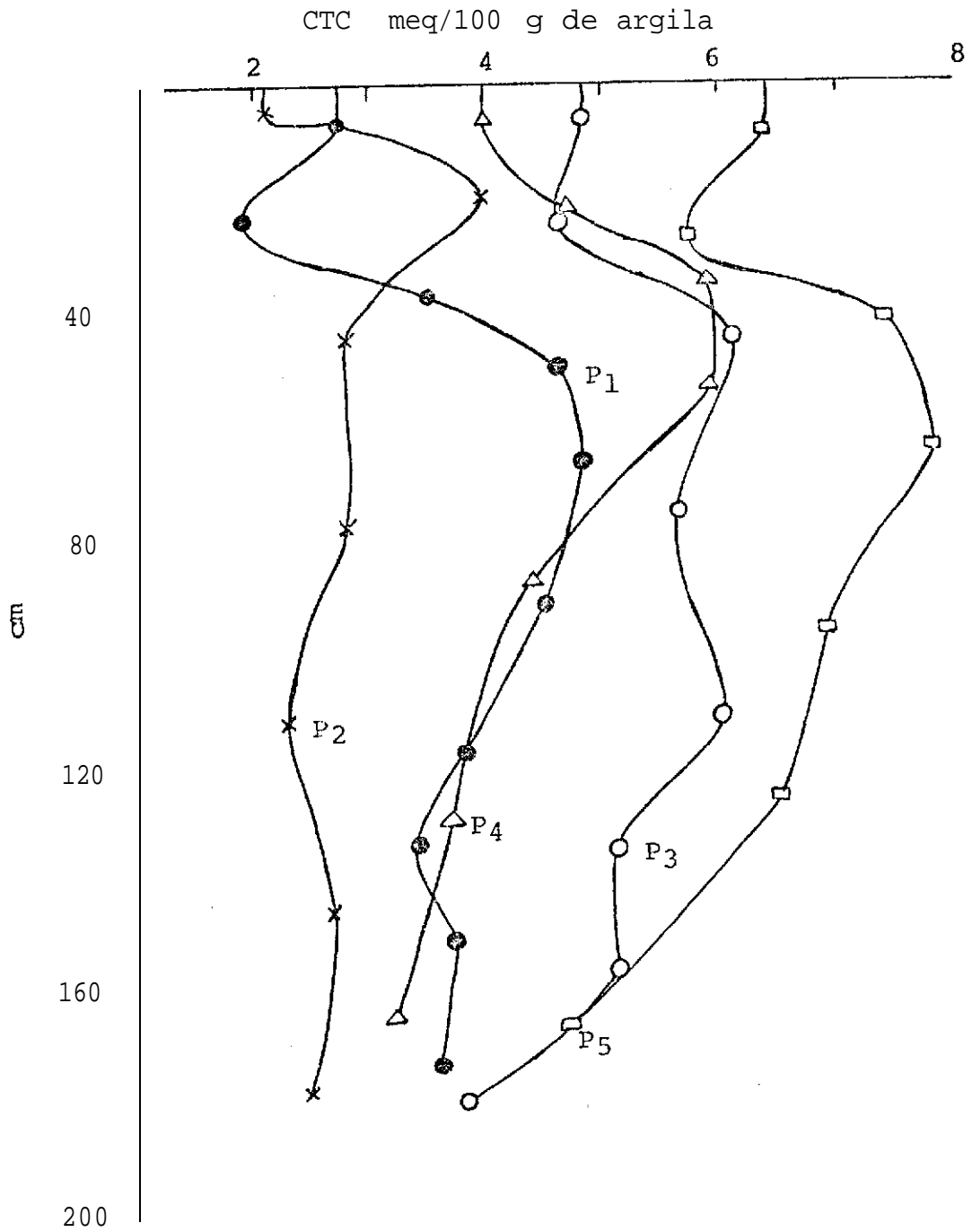


Figura 6. Distribuição da CTC (meq/100g argila), descontada a atividade devida ao carbono orgânico (Rennema, 1966), em relação a 3 variações de profundidade.

solos podzólicos e latossólicos associados ao Grupo Barreiras (Bennema e Camargo, 1979; Jacomine, 1979).

5.3.2. Complexo de meteorização

Os óxidos de silício (SiO_2), alumínio (Al_2O_3), ferro (Fe_2O_3) e titânio (TiO_2), determinados a partir do ataque sulfúrico à fração terra fina, e que podem ser utilizados para avaliação da mineralogia provável da fração argila e do grau de intemperismo dos solos, estão quantificados na tabela 6.

Os percentuais de SiO_2 e Al_2O_3 indicam que a fração mineral dos perfis em estudo é constituída, predominantemente, de argilo-minerais do grupo da caulinita, o que é confirmado pela relação molecular K_i ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) próxima a 2,0. Os teores de SiO_2 e Al_2O_3 distribuem-se no perfil proporcionalmente ao teor de argila, e a faixa de variação do K_i é de 1,9 a 2,3, com os maiores valores no perfil 4.

O Fe_2O_3 resultante do ataque sulfúrico é considerado como "Ferro total" (Fet); também aumenta em profundidade, mas não está relacionado com a distribuição de argila. Os maiores percentuais são observados nos horizontes e camadas que contém material concrecionário ferruginoso, enquanto os menores percentuais estão nos horizontes superficiais. Os teores de Fe_2O_3 não ultrapassam 6,0%, índice inferior ao utilizado para diferenciação das classes de Latossolo Amarelo e

Tabela 6. Análise dos componentes minerais, na forma de óxidos, na terra fina de alguns horizontes

Perfil	Horiz. ou cam.	Ataque sulfúrico (1:1) %				Ki	Kr	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2			
1	Alb	16,7	14,1	2,9	0,66	2,01	1,78	7,63
	B1t	23,6	19,2	4,3	0,98	2,09	1,83	7,01
	B22	23,1	19,2	4,5	0,95	2,04	1,78	6,70
	B3	22,7	19,1	4,5	0,90	2,02	1,76	6,66
	C2	23,0	19,1	3,4	0,84	2,05	1,84	8,62
2	AP	12,3	10,0	2,6	0,52	2,05	1,79	6,04
	A3	16,2	13,6	3,3	0,69	2,02	1,75	6,47
	B2	21,0	17,7	4,5	0,93	2,02	1,73	6,17
	II c3 cm	15,0	11,7	2,9	0,80	2,18	1,88	6,33
3	Ap	16,4	15,5	3,1	0,74	2,02	1,79	7,85
	B1	19,7	16,6	3,3	0,85	2,02	1,79	7,90
	B22	23,4	19,0	3,7	0,92	2,09	1,86	8,06
	B3	23,4	19,0	3,7	0,93	2,09	1,86	8,06
	C1	25,3	19,0	4,0	0,96	2,26	1,99	7,46
RFFSA (corte)	2a. cam.	19,1	15,2	5,7	0,96	2,14	1,72	4,19
	3a. cm	18,5	14,9	4,4	0,96	2,11	1,77	5,32
4	Ap	10,8	8,6	1,7	1,02	2,13	1,90	7,94
	B1t	14,6	11,5	2,0	1,21	2,16	1,94	9,03
	B21t	17,6	13,0	2,3	1,38	2,30	2,07	8,87
	B3	16,4	14,2	2,4	1,33	1,96	1,77	9,29
5	AP	7,2	5,7	1,7	1,02	2,15	1,80	5,26
	B1t	13,6	11,3	2,6	1,44	2,05	1,78	6,82
	B21t	14,7	13,4	3,1	1,48	1,86	1,62	6,79
	B3	15,1	13,2	3,4	1,55	1,94	1,67	6,09

Latossolo Vermelho Amarelo para a classe Latossolo Vermelho Escuro (Bennema e Camargo, 1964).

As relações moleculares Kr ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) e ALFE ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$) sofrem variações em função do Fe_2O_3 , uma vez que os percentuais de SiO_2 e Al_2O_3 são bastante homogêneos ao longo dos perfis. Essas relações, da mesma forma que o Ki, apresentam os maiores valores no perfil 4, não sendo observada, porém, relação com atividade da fração argila. O Kr vai de 1,6 a 2,1 e a relação ALFE de 5,3 a 9,3. O comportamento dos índices Ki, Kr e ALFE, nos perfis em estudo, sugere um material de origem homogêneo em todos os perfis. Os valores encontrados indicam grau moderado de intemperismo, onde o material mineral do solo, na fração terra fina, não difere significativamente da natureza mineralógica dos sedimentos que compõem o Grupo Barreiras (Lamego, 1944, 1955; Bennema, 1982).

O TiO_2 ocorre em percentagens desde 0,5 a 1,6%, aumentando ao longo dos perfis. Do P1 ao P5 há uma variação de TiO_2 , que têm valores semelhantes no horizonte B dos perfis 1, 2 e 3 e aumenta no P4 e P5.

Quanto ao MnO, os percentuais são muito baixos em todos os perfis, não representando componente importante na fração mineral destes solos.

Além da avaliação da distribuição dos óxidos atra-

vés de seus teores e relações moleculares decorrentes, outras relações foram utilizadas para comparar os horizontes dos diversos perfis (Tabelas 7 e 8). As relações percentuais foram calculadas em termos de 100 g de argila ou do somatório dos óxidos obtidos a partir do ataque sulfúrico, visando suprimir as variações devidas a mudanças na classe textural.

A diferença entre os valores obtidos para as relações molecular SIFE e percentuais SIAS, FEAR, FEAS e TIAR (Tabela 7), nos diversos horizontes, é considerada não significativa e, provavelmente, resulta de precisão da metodologia empregada, e não de processos genéticos de acumulação de óxidos. Apenas no perfil 2 e no material do corte da RFFSA, as variações de TIAR, FEAR, FEAS e SIFE foram interpretadas como resultantes de alterações na composição da terra fina, provavelmente devidas à presença de uma discordância no material de origem.

Os teores de óxidos de ferro "livres", extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato, expressam o teor conjunto das formas minerais goethita, hematita e amorfos. Outros minerais de ferro, como magnetita e ilmenita, presentes nas frações areia e silte, não são afetados, como o são no ataque sulfúrico. A distribuição dos teores de ferro "livre" (Fed) acompanha a variação de ferro "total" (Fet), e os níveis mais altos de Fed não ultrapassam 5% (Tabela 8). A relação percentual Fed/Fet é superior a 50% e os maiores valores

Tabela 7. Relação molecular SIFE e relações SIAR, SIAS, FEAR, FEAS, (Ramos, 1981) e TIAR, em alguns horizontes e no corte da RFFSA.

Perfil	Horiz. ou Cam.	SIFE	Relações percentuais(x100)				
			SIAR	SIAS	FEAR	FEAS	TIAR.
1	Alb	15,4	36,3	48,5	6,3	8,4	1,4
	Blt	14,6	40,7	49,0	7,4	8,9	1,7
	B22	13,7	37,9	48,3	7,4	9,4	1,6
	B3	13,5	38,5	48,0	7,6	9,5	1,5
	c 2	18,1	43,4	49,6	6,4	7,3	1,6
2	Ap	12,6	33,2	48,3	7,0	10,2	1,4
	A3	13,1	41,5	47,8	8,5	9,7	1,8
	B2	12,5	42,9	47,5	9,2	10,2	1,9
	II c3 cn	13,8	44,1	49,3	8,5	9,5	2,4
3	AP	15,8	39,1	48,7	6,6	8,2	1,6
	Bl	15,9	37,2	48,6	6,2	8,1	1,6
	B22	16,9	45,0	49,7	7,1	7,9	1,8
	C1	16,9	44,1	51,3	7,0	8,1	1,7
RFFSA (corte)	2a.cam.	8,9	36,7	46,6	11,0	13,9	1,8
	3a.cam.	11,2	45,1	47,7	10,7	11,3	2,3
4	AP	17,0	43,2	48,7	6,8	7,7	4,1
	Blt	19,5	45,6	49,7	6,3	6,8	3,8
	B21t	20,4	44,0	51,2	5,8	6,7	3,5
	B3	18,2	39,0	47,7	5,7	7,0	3,2
5	AP	11,3	42,3	45,9	10,0	10,8	6,0
	Blt	14,0	38,9	46,9	7,4	9,0	4,1
	B21t	12,7	34,2	44,9	7,2	9,5	3,4
	B3	11,9	36,0	45,3	8,1	10,2	3,7

Tabela 8. Teores de óxidos de ferro "livre" (DCB), ferro "total" (ataque sulfúrico) e de argila, e relação ferro "livre"/ferro "total" em alguns horizontes e camadas dos perfis em estudo.

Perfil	Horizonte	% Fe ₂ O ₃		% Ferro livre Ferro total	Argila %
		Total	livre		
1	B1t	4,3	3,0	69,8	58
	B21t	4,4	3,1	70,4	62
	c2	3,4	2,4	70,6	53
2	B1	3,6	2,4	66,7	42
	B2	4,5	3,2	71,1	49
	II C1 cn	4,8	3,3	68,7	50
	II c3 cn	2,9	2,3	79,3	34
3	B1	3,3	2,8	84,8	53
	B21	3,4	2,7	79,4	52
	B22	3,7	2,8	75,7	52
	C1	4,0	3,0	75,0	57
	3a. cam.	5,7	4,6	80,7	52
4	B1t	2,0	1,2	60,0	32
	B21t	2,3	1,3	56,5	40
	B3	2,4	1,3	54,2	42
5	B1t	2,6	1,7	65,4	35
	B21t	3,1	2,1	67,1	43
	B3	3,4	2,2	64,7	42

são encontrados nos perfis 2 e 3, em horizontes ou camadas que apresentam material concrecionário ferruginoso. No P2, apesar da alta relação ferro livre/ferro total, no horizonte C2cn, os teores de $\text{Fe}_2\text{O}_3\%$, em ambos os casos, são baixos, semelhantes a valores observados no P4 e P5 que têm relação Fed/Fet Próxima a 60%. Entretanto, estas análises não permitem afirmar que haja domínio de óxidos de ferro como goethita ou hematita sobre outras formas de ferro, em P2 ou nos demais perfis.

Ramos (1981) ao estudar características diferenciais em solos latossólicos, no Brasil, elaborou uma classificação que tem como base o uso do índice Kr e da relação FEAS, segundo a qual os perfis em estudo podem ser sub-divididos da seguinte maneira: P1, P3 e P4 - solos de constituição Kandítica; e P2 e P5 - solos Kandíticos marginais oxídicos. No entanto, a diferença mineralógica sugerida pela sub-divisão com base em Kr e FEAS não é confirmada por outras propriedades químicas, como CTC da fração argila e Ki.

5.4. Propriedades mineralógicas

5.4.1. Mineralogia das frações calhaus, cascalho e areia

A composição mineralógica das frações: calhaus, cascalho, areia grossa e areia fina, é apresentada de forma resumida nas tabelas 9 e 10. A descrição completa encontra-se no Apêndice.

Tabela 9. Composição mineralógica das frações calhaus e cascalho, nos perfis e no corte da RFFSA

Perfil	Horizonte ou camada	%		
		Calhaus Concreções ^(a)	Cascalho Quartzos	
1	Ap	-	2	98
	Alb	-	traços	100
	B21t	-	30	70
	B22	-	20	80
	C2	-	1	99
2	Ap	-	6	93
	B2	-	14	86
	II C1 cn	100	90	10
	II c2 cn	100	53	47
3	Ap	-	9	91
	A3	-	25	75
	B21	-	13	87
	B22	-	7	93
	C1	-	22	78
	1a. cam.	-	92	8
	2a. cam.	100	85	15
	3a. cam.	100	90	10
4	Ap	-	-	100
	B1t	-	3	97
	B22	-	2	98
	B3	-	4	96
5	Ap	-	5	95
	B1t	-	3	97
	B21t	-	1	99
	B3	-	5	95

(a) - material ferruginoso e ferro-argiloso.

A fração calhaus ocorre apenas no perfil 2 e no corte da estrada de ferro. É constituída de material concrecionário ferruginoso, por vezes contendo material ferra-argiloso, que quando triturado apresenta a seguinte composição: grãos de quartzo angulares, incolores e brilhantes; material hematizado, vermelho intenso; e material argiloso de cor amarelada (supostamente goethítico).

A fração cascalho tem como principal componente grãos de quartzo, à exceção das camadas concrecionários, onde o material ferruginoso passa a ser dominante e possui a mesma composição descrita para a classe calhaus. Os grãos de quartzo, na fração cascalho, são em geral angulares e sub-angulares, de superfície irregular, incolores, amarelos e avermelhados, com poucos grãos brancos ou cinzentos que são brilhantes e foscos. Não foram observados minerais acessórios nesta fração.

Da mesma forma que na fração cascalho, o quartzo é o mineral dominante na fração areia, não sendo sobrepujado por material ferruginoso e ferro-argiloso, mesmo nas camadas concrecionárias (Tabela 10).

O quartzo ocorre nas frações areia grossa e areia fina com angulosidade, forma, cor e brilho semelhante à descrita para a fração cascalho; no entanto, na areia fina há domínio de grãos incolores e brilhantes. A ilmenita é observada como grãos negros, opacos e sub-arredondados, compondo no má-

Tabela 10. Composição mineralógica da fração areia, nos perfis e no corte da RFFSA.

Perfil	Horiz. ou cam.	Areia Grossa				%	Areia Fina			
		Quartzo	concreções ^(a)	Ilmenita	Outros ^(b)		(Quartzo	concreções	Ilmenita	Outros
1	AP	100	tr.	tr.		99	tr.	tr.	Turm.	
	Alb	100	tr.	tr.		39	tr.	tr.	Turm.	
	B22	100	tr.	tr.	Turm., magn.	100	tr.	tr.	turm., rutilo	
	C2	100	tr.	tr.	Turm.	100	tr.	tr.	turm., zircão	
2	AP	99	tr.	tr.	Turm.	98	tr.	tr.	turm., rutilo	
	B2	100	tr.	tr.	Turm., rutilo	98	1	1	turm., rutilo	
	II Cl c n	96	4	tr.	Turm., magn.	97	2	1	turm., rutilo	
3	AP	99	tr.	tr.	Turm., rutilo	96	tr.	1	turm., rutilo	
	B1	100	tr.	tr.	Rutilo magn.	98	tr.	1	turm., rutilo	
	B22	99	1	tr.	Turm., rutilo	99	tr.	1	turm., rutilo	
	C1	100	tr.	tr.	Turm., rutilo	97	tr.	1	turm., rutilo	
RFFSA	2a.cam.	73	27	tr.	Turmalina	70	30	tr.	turm., rutilo	
(corte)	3a.cam.	93	7	tr.	Turmalina	84	15	1	turm., rutilo	
4	AP	100	tr.	tr.	turm., rut., zircão	99	tr.	1	turm., rutilo	
	B22	100	tr.	tr.	turm., rut., espin.	99	tr.	1	turm., rutilo	
	B3	100	tr.	tr.	Rutilo	99	tr.	1	Rutilo	
5	AP	100	tr.	tr.	Rutilo, espin.	98	tr.	2	rutilo, espin.	
	B21t	100	tr.	tr.	Espinélio	98	tr.	2	Rutilo	
	B3	100	tr.	tr.	Espinélio	98	tr.	2	Rutilo	

(a) Material ferruginoso, ferro-argiloso e argiloso

(b) Carvão e detritos - traços ou 1%

ximo 2% da fração areia fina e traços na areia grossa (Tabela 10). Em alguns horizontes situados na porção inferior das trincheiras e no corte da estrada de ferro, observam-se traços de material argiloso de coloração amarelo-Clara (Apêndice 3).

Como minerais índices de intemperismo, encontram-se na fração areia os seguintes elementos acessórios: Ilmenita (FeTiO_3), turmalina (Silicato de boro e alumínio), rutilo (TiO_2), espinélio (MgAl_2O_4), magnetita (Fe_3O_4) e zircão (ZrSiO_4). Todos esses minerais são associados a rochas ígneas e metamórficas do Complexo Cristalino, ou a sedimentos delas originados (Dana e Hurlbut, 1983).

A mineralogia das frações maiores que 0,05 mm indica um estágio de intemperismo muito acentuado, evidenciado: a) pelo domínio de quartzo; b) pela presença de material concrecionário ferruginoso e ferro-argiloso, e de minerais acessórios resistentes ao intemperismo; e c) pela ausência de alumínio - silicatos primários, de menor resistência ao intemperismo, na fração areia. Não foram observadas variações significativas na mineralogia do horizonte B, mesmo nos perfis cujas propriedades morfológicas sugerem a presença de horizonte B latossólico.

Os grãos do esqueleto, em todas as amostras, não variam em profundidade quanto à angulosidade, forma e padrões de distribuição dos grãos de quartzo, o que torna remota a

possibilidade de descontinuidade litológica nos perfis em estudo. Também não foram verificadas diferenças marcantes entre os horizontes de um mesmo perfil e entre os diversos perfis, o que indica a uniformidade do material de origem destes solos.

5.4.2. Mineralogia da fração argila

A análise mineralógica por difração de raios-X, em amostras de argila orientada de horizontes subsuperficiais, permitiu a identificação dos seguintes minerais: caulinita, goethita e vermiculita aluminosa, com a mesma distribuição de frequência, entre os perfis em estudo e entre os horizontes examinados de cada perfil. Apenas em uma amostra (P5), foi constatada a presença de quartzo na fração argila. Os difratogramas são mostrados nas figuras 7 a 13.

A caulinita foi diagnosticada pela presença dos picos, de maior intensidade, $7,1 \overset{\circ}{\text{Å}}$ (001) e $3,56 \overset{\circ}{\text{Å}}$ (002), sendo também observados os espaçamentos $4,46 \overset{\circ}{\text{Å}}$ (020) e $2,38 \overset{\circ}{\text{Å}}$ (003) de baixa intensidade. A expressão da caulinita nos difratogramas evidencia que ela é predominante na fração $<0,002 \text{ mm}$ de todos os perfis, de forma homogênea. Estes resultados concordam com os estudos de Kitagawa e Möller (1980), Lima (1980) e Bennema (1982), em solos desenvolvidos de sedimentos argilo-arenosos do Terciário (Grupo Barreiras).

A goethita foi reconhecida por um pico de $4,17 \text{ \AA}$, nos perfis 1 e 2, e de $4,15 \text{ \AA}$ nos perfis 3, 4 e 5, ambos de fraca intensidade e que desaparecem nas amostras desferrificadas (Figuras 12 e 13). Não há indicação da existência de hematita, que seria caracterizada pela presença dos picos $3,68 \text{ \AA}$, $2,69 \text{ \AA}$ e $2,52 \text{ \AA}$ (Dixon e Weed, 1977). Desta forma, a cor amarelada (matiz 7,5 YR a 10 YR) dos horizontes subsuperficiais é atribuída à goethita, em concordância com trabalho de Volkoff (1978).

O espaçamento de aproximadamente 14 \AA ($13,6 \text{ \AA}$ a $13,8 \text{ \AA}$), observado nas amostras de argila ao natural (sem eliminação de ferro), o qual é mantido após desferrificação e saturação com potássio, e não persiste de forma nítida quando as amostras são aquecidas a 550°C (Figuras 12 e 13), foi atribuído a presença de argilo-minerais contendo hidróxidos de alumínio nos espaços interlamelares (Dixon e Jackson, 1962; Dixon e Weed, 1977). Estes minerais, que aparecem na literatura com diferentes denominações, serão identificados como "vermiculita com hidroxila interlamelar" (Al-vermiculita ou Va), conforme estudo de Antonello et al., 1984 (comunicação pessoal).

A presença do pico $3,3 \text{ \AA}$, no horizonte B21 do perfil 5, é indicativa de quartzo, apesar da ausência dos demais espaçamentos característicos. A fraca intensidade de difração reflete os baixos teores de quartzo na fração argila, na qual esse mineral apresenta resistência ao intemperismo muito bai-

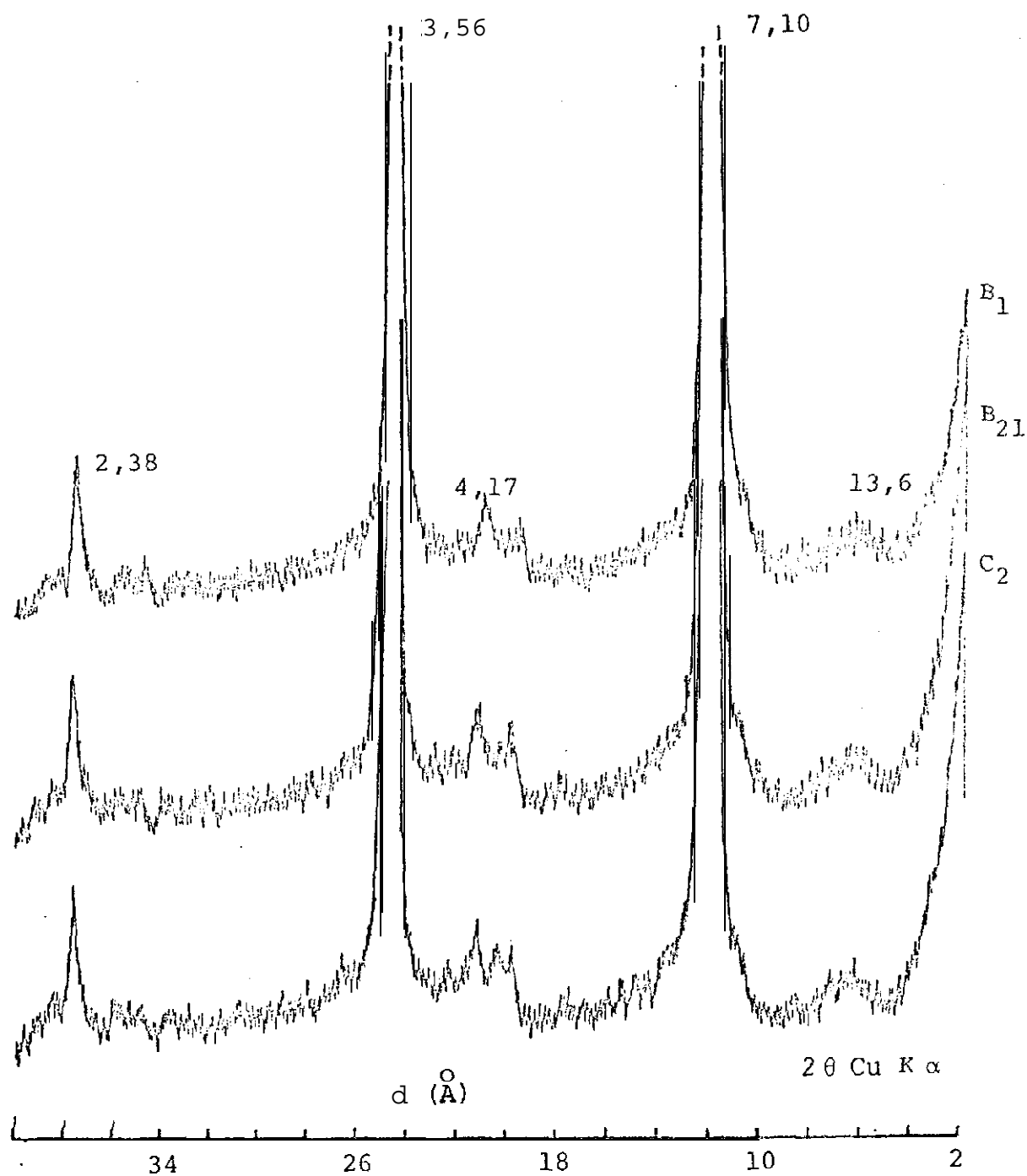


Figura 7. Difratoograma de raio-X da fração argila de alguns horizontes do perfil 1. Amostra natural a 25°C.

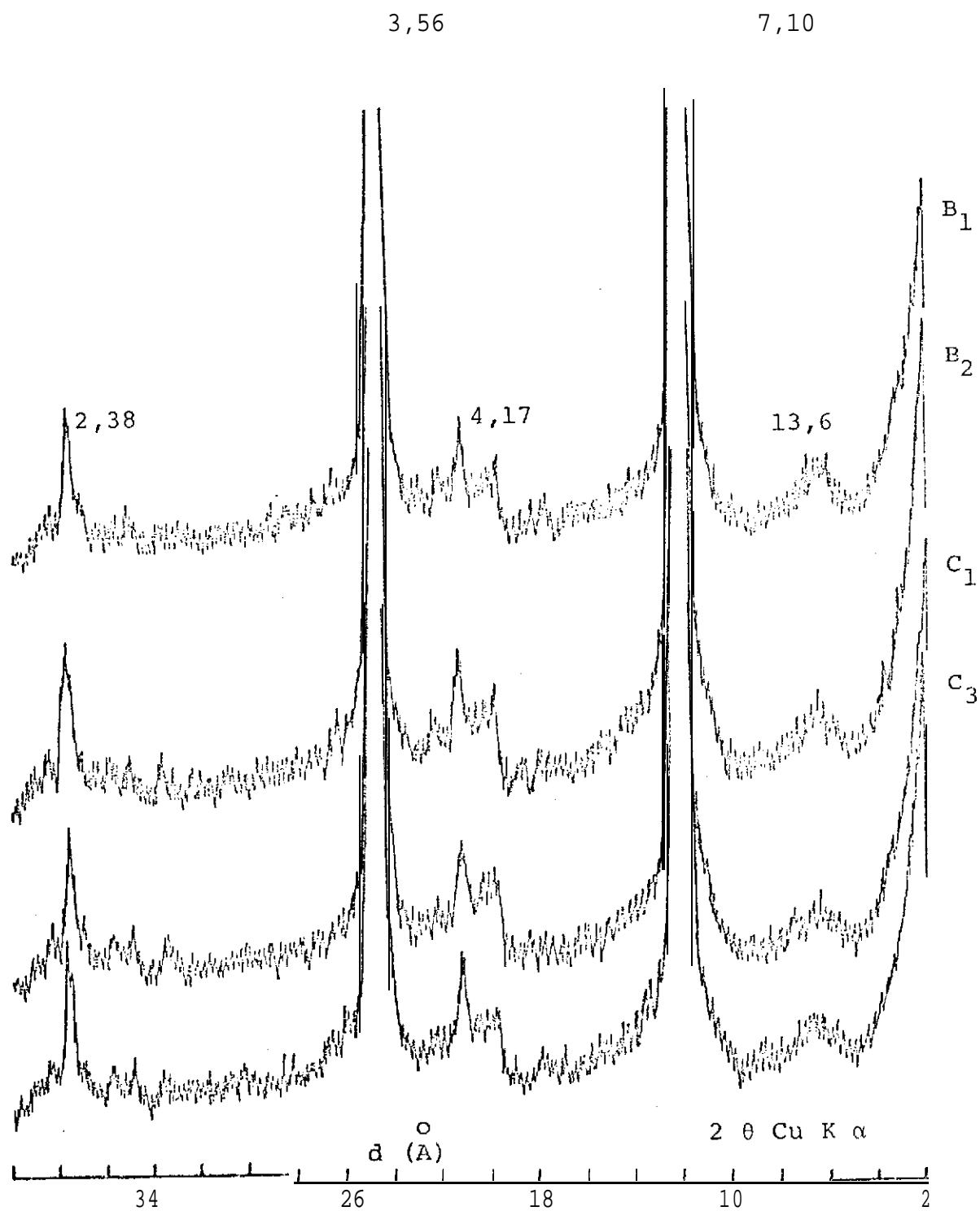


Figura 8. Difratoograma de raio-X da fração argila de alguns horizontes do perfil 2. Amostra natural a 25°C.

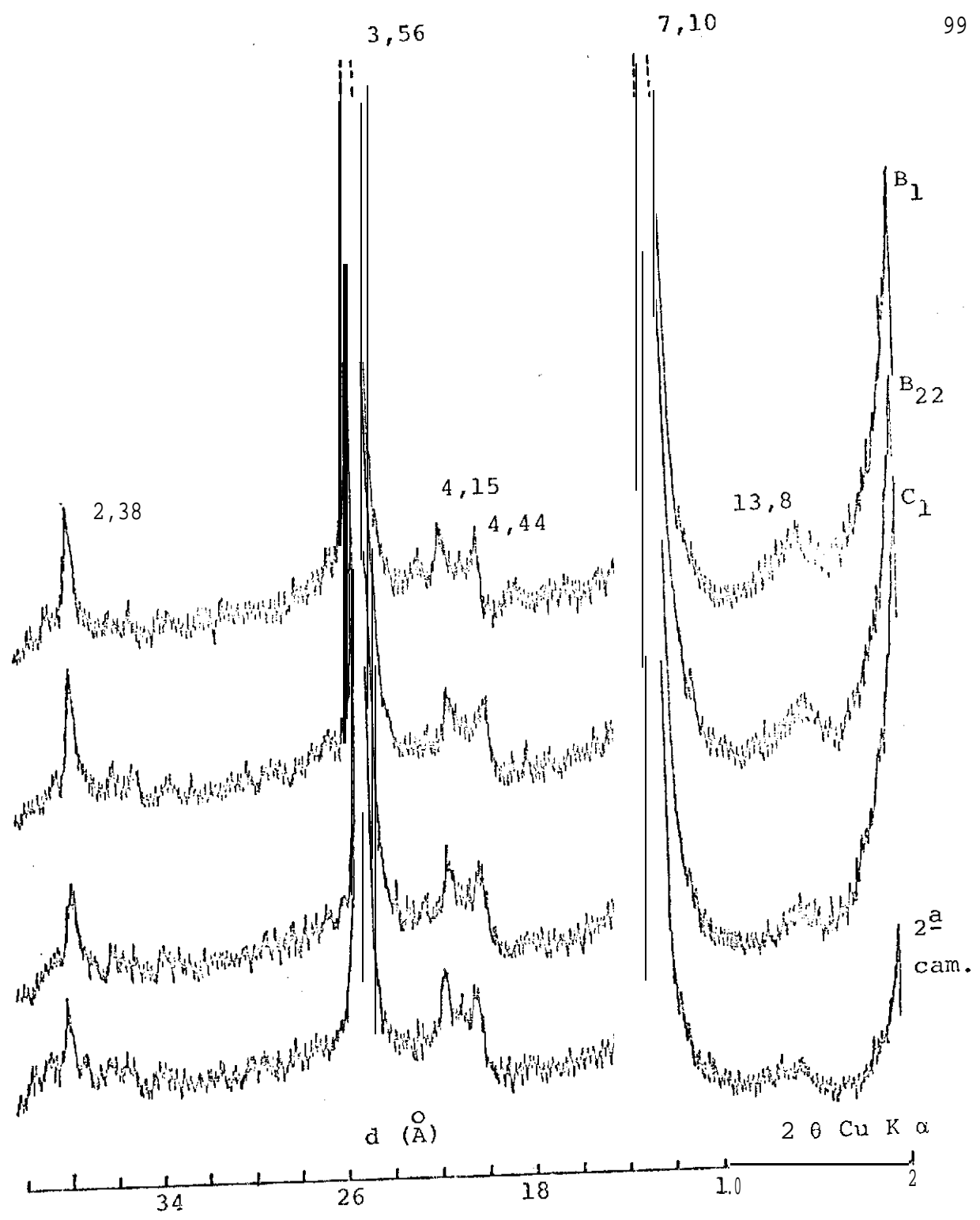


Figura 9. Difratoograma de raio-X da fração argila de alguns horizontes do perfil 3. Amostra natural a 25°C.

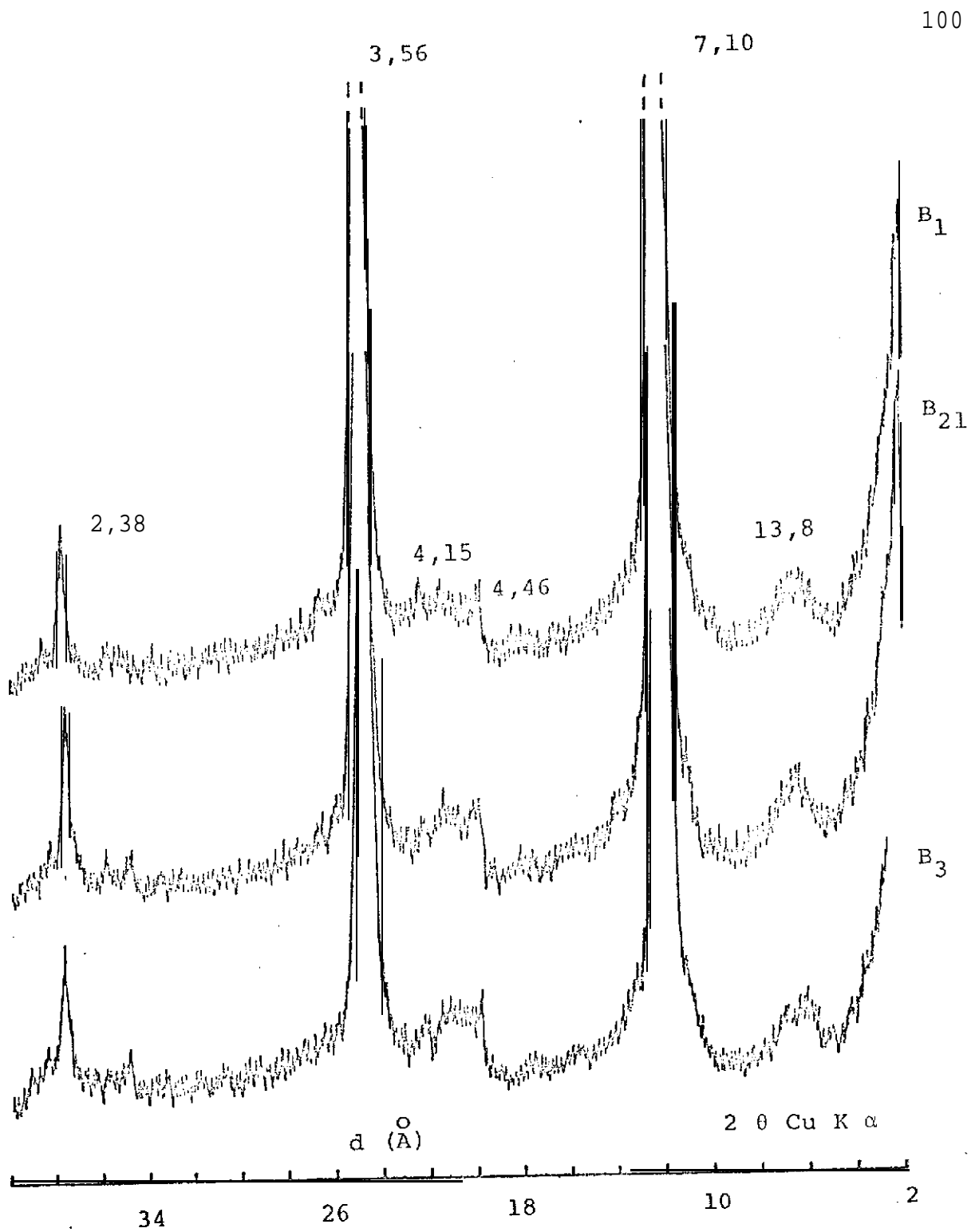


Figura 10 - Difratoograma de raio-X da fração argila de alguns horizontes do perfil 4. Amostra natural a 25°C.

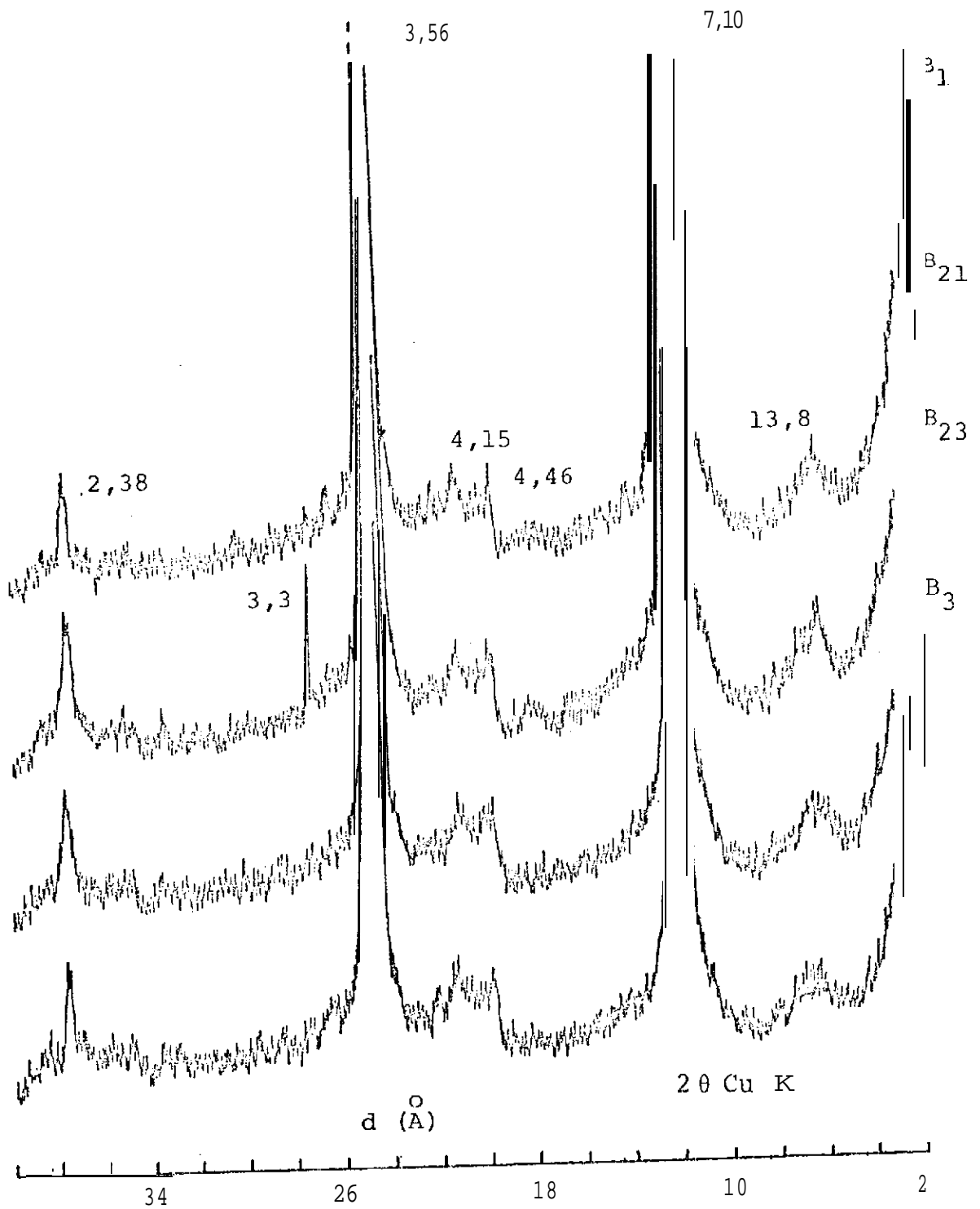


Figura 11. Difratoograma de raio-X da fração argila de alguns horizontes do perfil 5. Amostra natural a 25°C.

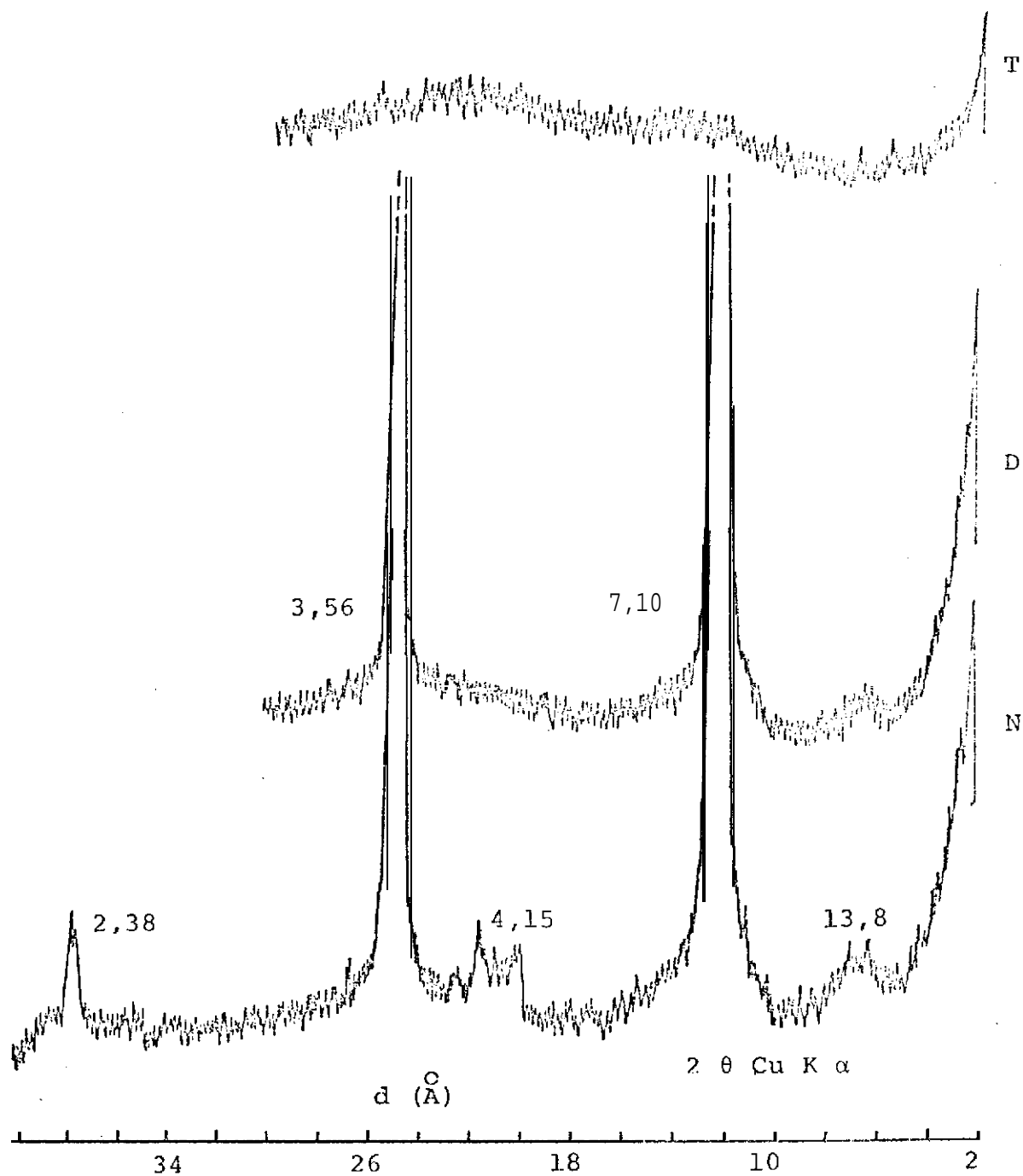


Figura 12. Difratoograma de raio-X da fração argila do horizonte B_{21} , perfil 3, em amostra natural (N), desferrificada (D) seca ao ar e desferrificada aquecida a 550°C (T).

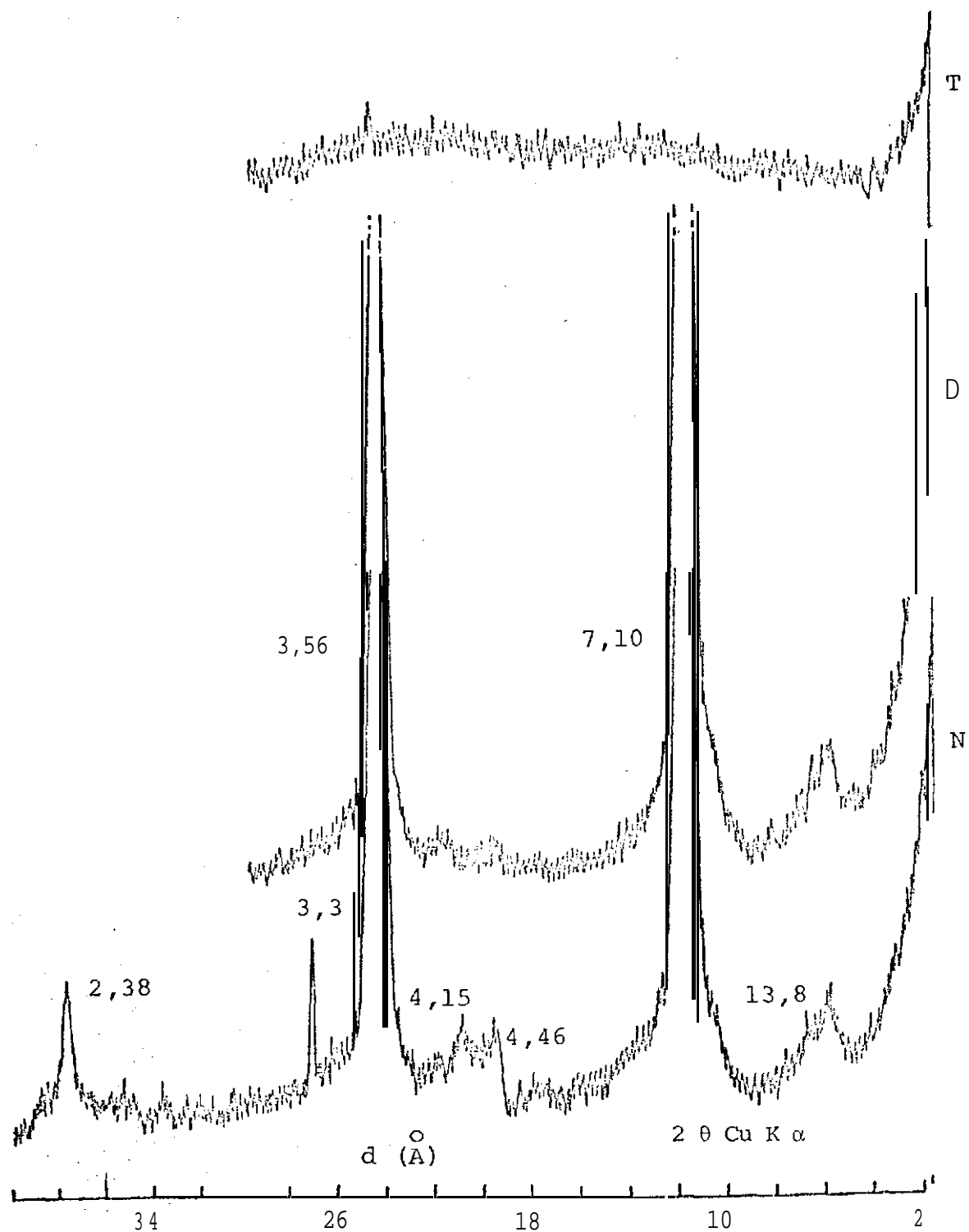


Figura 13. Difratoograma de raio-X da fração argila do horizonte B_{21} , perfil 5, em amostra natural (N), desferri-ficada (D) seca ao ar e desferri-ficada aquecida a 550°C (T).

xa, inferior à dos demais minerais encontrados na mineralogia das frações areia e argila (Jackson e Sherman, 1953).

Não foram observados indícios da presença de gibsitita em nenhuma das amostras, dos perfis estudados, ficando portanto a mineralogia da fração argila dos perfis 1 a 5 restrita à presença de caulinita, como argilo-mineral dominante, com pequenos teores de goethita e traços de Al-vermiculita.

Do mesmo modo que na mineralogia da fração grosseira, não há variação nos constituintes minerais da fração argila, entre os perfis e dentro dos perfis, nos horizontes estudados, indicando também, neste caso, a uniformidade do material de origem nestes solos.

5.5. Gênese

As propriedades físicas, químicas e mineralógicas, além da morfologia, constituem elementos importantes na determinação das principais alterações que ocorrem nos solos, em consequência da ação dos processos pedogenéticos. No entanto, estes parâmetros não são suficientes para avaliar a gênese destes solos, de forma suficiente para permitir a extrapolação, para outras regiões, das informações aqui obtidas. O conhecimento da composição do material de origem, dos fenômenos geológicos envolvidos na deposição dos sedimentos e da geomorfologia, assume especial importância no estudo da

gênese de solos, principalmente naqueles desenvolvidos a partir de sedimentos pré-edaforizados, como os do Grupo Barreiras.

A observação dos solos em estudo e da paisagem onde se situam permitiu estabelecer algumas diferenças gerais entre os diversos perfis. Essas observações, especificadas a seguir, certamente influem neste estudo de gênese:

a) O perfil 1 recebeu adição de material coluvial, de propriedades semelhantes às do solo formado a partir dos sedimentos do Grupo Barreiras.

b) O perfil 2 apresenta pequena espessura de solum e material concrecionário a 95 cm de profundidade, tendo menor desenvolvimento genético que os demais perfis, expresso pelas propriedades morfológicas e químicas.

c) O perfil 3 tem propriedades homogêneas ao longo da trincheira, sendo que em relação à morfologia é, provavelmente, o solo de maior grau de evolução genética.

d) Os perfis 4 e 5 mostram transferência ou perda de argila nos horizontes eluviais, com acumulação relativa nos horizontes iluviais.

Considerando que para a maioria dos solos de tabuleiro as propriedades morfológicas normalmente mais destacadas são: caráter coeso e variação de estrutura em profundidade, é necessário avaliar estas propriedades no estudo da gênese dos perfis 1 a 5.

Quanto ao horizonte B, os perfis 1 e 3 apresentam-se mais bem estruturados que os perfis 2, 4 e 5. Esta variação de estrutura é atribuída à alternância de contração e expansão do material de solo, decorrente de mudanças no teor de umidade (White, 1967; Taylor, 1972; Pessoa et al., 1980). Desta forma, a drenagem interna do perfil e a intensidade dos fluxos de água, basal e lateral (Moniz, 1980), deveriam atuar como índices de desenvolvimento de estrutura. No perfil 3 esse fenômeno justifica a melhor estruturação no horizonte B, mas quanto aos perfis 4 e 5 outros fatores devem estar interferindo, de modo que a gênese da estrutura não pode ser justificada apenas com base na drenagem e fluxo de água.

A variação de estrutura em profundidade, em todos os perfis, reflete a transição do material de solo para o material de origem, representado pelos sedimentos argilo-arenosos do Grupo Barreiras, e portanto indica a transição de horizonte B para horizonte C (Estados Unidos, 1951; Winters e Simonson, 1951; Lemos e Santos, 1982).

Nos horizontes superficiais dos perfis em estudo não há grande variação quanto ao tipo de estrutura, mas quanto ao grau de desenvolvimento desta o maior uso agrícola no perfil 5 teve como consequência menor estabilidade da estrutura formada.

Quanto ao caráter coeso, discute-se se a sua origem resulta de efeito genético (adensamento) ou de mecânico (compactação). Nos solos de tabuleiro, a existência deste caráter e a frequência com que ocorre, sobretudo nos horizontes A3 e/ou B1 (Jacomine, 1974) fazem com que a coesão assuma importância como característica diferencial.

O maior grau de coesão ocorre nos perfis 4 e 5, onde este caráter é observado até a transição do horizonte B3. Nos demais perfis, a expressão do caráter coeso restringe-se aos horizontes A3 e/ou B1, com menor intensidade em B21.

Marshall e Holmes (1979) mencionam dois processos na formação de camadas ou horizontes coesos. O primeiro processo, denominado "compactação", resulta da compressão da massa do solo por mecanização e/ou pisoteio de animais. O segundo, denominado "consolidação", decorre também de compressão (porém causada por um peso estático), acompanhada pela lenta expulsão da água do solo, quando este se encontra saturado. Moniz (1980) apresenta, como razões para a "consolidação" do material de solo, o rearranjo dos grãos em decorrência de compressão e redução do espaço poroso, e a deformação ou contração das argilas durante a dessecação do material, conduzindo ao aumento das forças de coesão.

Ambos os processos, "consolidação" e "compactação", parecem ter ocorrido nos perfis em estudo, o primeiro pro-

cesso na evolução dos solos, ainda sob vegetação primária, e o segundo após a retirada da mata, quando da implantação da cultura de cana-de-açúcar, justificando-se portanto o maior grau de coesão nos perfis 4 e 5, que provavelmente estão sob uso agrícola há maior tempo, em virtude da favorável posição topográfica. Por outro lado, os perfis 4 e 5 tem classes texturais "franco-argila-arenosa" a "argila-arenosa", com menor potencial de formação de agregados devido ao menor teor de colóides minerais.

Além do caráter coeso e da variação de estrutura, a distribuição de argila ao longo do perfil é uma característica importante no estudo de gênese de solos. Nos perfis 1, 4 e 5 - principalmente P4 e P5 - verifica-se aumento no teor de argila do horizonte B, em relação aos horizontes superficiais. Simonson (1949) sugere que o processo dominante na gênese de solos Podzólicos Vermelho Amarelos seja a formação de argilo-minerais em profundidade, e a destruição destes minerais nos horizontes superficiais; enquanto que Bennema (1982) admite a existência de aumento do teor de argila em profundidade em Oxisols, e atribui esse fato à perda gradual de argila em superfície, com acúmulo relativo no horizonte B.

Considerando as teorias propostas por Simonson (1949) e Bennema (1982), pode-se interpretar que o gradiente textural observado nos perfis 1, 4 e 5 resulta, prova-

velmente, da perda de argila no horizonte A, por erosão seletiva lateral e/ou pela lenta destruição dos minerais de argila, sob influência da matéria orgânica. Esse mecanismo difere do conceito de iluviação adotado pelo Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1975), principalmente quanto à ausência de cerosidade.

Quanto à mineralogia das frações grosseiras e da argila, as alterações químicas que se processaram no material de origem dos solos em estudo, em condições de boa drenagem, conduziram à remoção progressiva das bases trocáveis, levando à individualização dos óxidos de ferro e à formação de caulinita. Como resultado dessas alterações, a associação de minerais secundários encontrada na fração argila dos perfis é a seguinte: caulinita-goethita-vermiculita-alumino-sa (traços).

Segundo Buol et al. (1973), as condições para formação e persistência de caulinita, goethita e intergrades 2:1-2:2 (Al-vermiculita) são: a) presença de concentrações de Silício e Alumínio aproximadamente equivalentes, b) concentração de hidrogênio moderada a alta, c) teores baixos de magnésio e outras bases, d) potencial redox (Eh) alto, e) presença de gel amorfo hidratado de ferro, e f) presença de mica ou montmorilonita no material de origem (precursores de Al-vermiculita). De acordo com Lamego (1955), estas condições certamente existiram durante as fases de erosão

das formações pré-cambrianas, deposição dos sedimentos Barreiras e erosão dos tabuleiros.

O predomínio de caulinita na fração argila, a ausência de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, a presença de goethita e o domínio de quartzo nas frações maiores que 0,002 mm, juntamente com a baixa soma de bases (Valor S) na fração terra fina, indicam a existência de processos de sialitização (monossialitização) nos perfis em estudo. Entretanto, a ausência de óxidos de alumínio (gib-sita), na fração argila, sugere que o processo de remoção de sílica não tenha sido tão intenso, principalmente se se considerar que as observações sobre a mineralogia dos perfis também são verdadeiras para o material coletado no corte da estrada de ferro (complemento do perfil 3).

De uma forma geral, a mineralogia das frações cascalho, cascalho, areia e argila, bem como o baixo teor de silte do material de solo, induz a concluir por elevado grau de intemperismo do solo e, portanto, elevada maturidade genética. No entanto, esta mesma mineralogia e o baixo teor de silte são observados nos horizontes identificados como C e no material coletado no corte da RFFSA, sendo em muito semelhantes às propriedades descritas para os sedimentos do Grupo Barreiras (Lamego, 1955; Silva Sá, 1969). Esta semelhança conduz à interpretação de que o grau de intemperismo evidenciado nos perfis não resulta de processos pedogenéticos, in

da própria edafização prévia que deu origem aos sedimentos do Grupo Barreiras.

Além da pequena diferenciação na mineralogia da fração argila e das frações grosseiras, entre os perfis e dentro dos perfis, o pequeno grau de desenvolvimento das características morfológicas do horizonte sub-superficial, principalmente quanto à diferenciação de sub-horizontes e à estruturação, não apoia um conceito de maturidade genética elevada para estes solos. Essa falta de apoio é também sugerida pela similaridade entre as propriedades do horizonte identificado como B e as do C, e ainda as do material do corte da RFFSA. Nos perfis examinados, parece haver domínio de características herdadas sobre genéticas, evidenciadas pela dificuldade de separação entre os horizontes B e C. Desta forma, o conceito da classe solos com horizonte B latossólico, como solos geneticamente evoluídos, não se aplicaria a estes perfis, e talvez possa ser contestada a própria existência de um verdadeiro horizonte B (c.f. Santos et al., 1984).

5.6. Classificação

A classificação dos perfis examinados segundo os sistemas Brasileiro (Bennema e Camargo, 1964; Jacomine, 1979; Olmos I. Larach, 1981), Americano (Estados Unidos, 1975) e FAO (FAO-UNESCO, 1974) é apresentada nas tabelas 11 e 12.

De acordo com o Sistema Americano, os perfis têm epipedon ócrico, regime de temperatura do solo "hyperthermic", e regime de umidade "udic". No horizonte subsuperficial, todos os perfis apresentam pequena diferenciação de horizontes, friabilidade e porosidade elevadas, pouco desenvolvimento de estrutura, reduzida capacidade de troca de cátions, ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis e domínio de caulinita na fração argila. O gradiente textural dos perfis 1, 4 e 5 está de acordo com os requisitos para a identificação do horizonte "argillic"; entretanto, apenas o perfil 1 tem cerosidade, e mesmo assim pouca e fraca. Os perfis 2, 3, 4 e 5 são caracterizados como solos com horizonte diagnóstico subsuperficial "oxic" e portanto pertencem à ordem OXISOLS. O perfil 1, de horizonte subsuperficial "argillic" e saturação de bases baixa, pertence à ordem ULTISOLS.

O perfil 1, devido ao regime de umidade, à ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis e à distribuição de argila em profundidade, é classificado como TYPIC PALEUDULT.

Os perfis 2, 3, 4 e 5 pertencem à sub ordem ORTHOX. A níveis categóricos inferiores, as variações de morfologia e saturação de bases permitem identificar os grandes grupos EUTRORTHOX (P2) e HAPLORTROX (P3, P4 e P5).

O perfil 2 apresenta propriedades quanto ao grau de intemperismo, material de origem, cor, espessura e estru-

tura, que diferem da definição do subgrupo TYPIC EUTRORTHOX. Como as características observadas não permitem a sua inclusão nos demais subgrupos, propõe-se o termo PETROFERRIC para evidenciar o material ferruginoso endurecido a 95 cm de profundidade, apesar de a disposição deste material no perfil diferir da definição de contato petroférico apresentada no Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1975), por não ser contínuo.

O perfil 3 tem estrutura em blocos mais desenvolvida que "fraca" e matiz 10 YR no horizonte óxico, sendo classificado a nível de subgrupo como TROPEPTIC HAPLORTHOX.

Os perfis 4 e 5, também classificados como HARPLORTHOX, não atendem aos requisitos para a identificação do subgrupo TYPIC, devido à presença de matiz 10 YR no horizonte óxico, devendo então ser incluídos no subgrupo EPIAQUIC HAPLORTHOX. Contudo, a morfologia desses perfis não atende à definição da classe da "Soil Taxonomy", a seguir traduzida:

EPIAQUIC HAPLORTHOX - "Os solos neste subgrupo têm subhorizontes com matiz 10 YR, na matriz ou nas faces dos pedis, e mosqueado de matiz mais vermelho que 10 YR ou croma mais alto, tornando-se mais avermelhado em profundidade. Estes solos tornam-se saturados no horizonte superior após chuvas intensas, e exigem drenagem artificial para a maioria das culturas".

Considerando-se que os perfis 4 e 5 não foram incluídos na ordem ULTISOLS exclusivamente pela ausência de cerosidade e apresentam propriedades intermediárias entre as classes OXISOLS e ULTISOLS, sugere-se a utilização do termo ULTIC, proposto por Klamt e Beatty (1972), para identificar esses solos, a nível de subgrupo, como ULTIC HAPLORTHOX.

Ao nível de família, as diferenças de textura e de mineralogia permitem identificar as classes de solos da tabela 11.

Segundo o sistema FAO de classificação dos solos, os perfis examinados têm horizonte A "pallid", o perfil 1 tem horizonte B "argilluvic" e os demais têm horizonte B "oxic", o que os caracteriza, respectivamente, como pertencentes às classes NITOSOLS e FERRALSOLS. O perfil 1 é caracterizado como DYSTRIC NITOSOLS, devido à saturação de bases e à atividade da fração argila. Os demais perfis são classificados como XANTHIC FERRALSOLS, devido à cor do horizonte B.

No Sistema Brasileiro de classificação, os solos desenvolvidos a partir de sedimentos do Grupo Barreiras são geralmente classificados como podzólicos ou latossólicos. O sistema atualmente usado nos levantamentos de solos é principalmente uma taxonomia descritiva, que utiliza diversas propriedades diagnósticas do Sistema Americano de Classificação (Estados Unidos, 1975). A diferenciação entre as classes de

Tabela 11. Classificação dos solos em estudo segundo os Sistemas Americano (Estados Unidos, 1975) e FAO (FAO-UNESCO, 1974).

Perfil	Sistema de Classificação	
	Americano	FAO
1	Fine clayey over very fine clayey kaolinitic Typic Paleudult	Dystric Nitosols
2	Fine clayey kaolinitic Petrofeiric Eutrorthox	Xanthic Ferralsols
3	Fine clayey kaolinitic Tropeptic Haplorthox	Xanthic Ferralsols
4	Fine loamy over fine clayey kaolinitic Ultic Haplorthox	Xanthic Ferralsols
5	Fine loamy over fine clayey kaolinitic Ultic Haplorthox	Xanthic Ferralsols

solos com horizonte B textural e latossólico, em solos de tabuleiro, deve-se principalmente à presença ou não de gradiente textural, com ou sem cerosidade no horizonte B.

O sistema de classificação em fase de elaboração é, entre outras características, morfogenético, ou seja em seus níveis hierárquicos mais altos devem ser usadas diferenciais que indiquem a pedogênese. Assim, nos perfis em estudo, o pequeno grau de evolução genética deve ser uma diferencial mais importante que a presença de gradiente textural.

Na classificação adotada pelo SNLCS/EMBRAPA, os Perfis 2 e 3 foram grupados na categoria dos solos com horizonte B latossólico e os perfis 1, 4 e 5 como solos com horizonte B textural. A classe final é apresentada na tabela 12.

Os perfis 2 e 3, identificados respectivamente como LATOSSOLO AMARELO EUTRÓFICO coeso e LATOSSOLO AMARELO ÁLICO coeso, diferem entre si não apenas pela saturação do complexo de troca mas também nas propriedades morfológicas e físicas. O perfil 2 tem textura argila-arenosa em todo o solum, maior grau de coesão que o P3, menor desenvolvimento de estrutura e pequena espessura do horizonte diagnóstico sub-superficial, e apresenta material concrecionário ferruginoso a partir de 95 cm de profundidade, nas frações calhau e cascalho. Assim, como caráter adicional de diferenciação, foi

acrescentado o termo pouco profundo à classe do perfil 2. Sob o ponto de vista genético, os perfis 2 e 3 diferem quanto ao grau de evolução. A não ser pela ausência de minerais primários de fácil intemperização, característica inerente ao material de origem, o perfil 2 seria mais apropriadamente classificado como solo com horizonte B câmbico.

Em solos com domínio de caulinita na fração argila, provenientes de sedimentos coluviais pré-edaforizados, o diagnóstico de horizonte B textural é dificultado pela necessidade de caracterização da cerosidade. Os perfis 1, 4 e 5 apresentam incremento de argila suficiente para identificar o horizonte B textural; no entanto, apenas no perfil 1 foi constatada a cerosidade e, assim mesmo, pouca e fraca. De acordo com Ramos (1981) quanto à qualificação da cerosidade como característica diferencial auxiliar, os perfis 1, 4 e 5 são classificados como PODZÓLICO VERMELHO AMARELO, ressaltando-se ainda que a classe PODZÓLICO AMARELO (EMBRAPA-SNLCS, 1979) seria mais adequada para a qualificação destes solos. Os perfis 1, 4 e 5 são distróficos, têm caráter coeso e argila de atividade baixa (Tb): entretanto, os perfis 1 e 4 são, ainda, álicos. Desse modo, estes perfis são classificados como: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Tb coeso (P1 e P4) e PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb coeso (P5).

Tabela 12. Classificação dos perfis 1 a 5 segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Bennema e Camargo, 1964; Jacomine, 1979; Olmos I. Larach, 1981).

Perfil	Classe
1	<p>PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Tb coeso A moderado textura argilosa/muito argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo ondulado.</p> <p>LATOSSOLO AMARELO EUTRÓFICO coeso pouco profundo A moderado textura argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo ondulado.</p> <p>LATOSSOLO AMARELO ÁLICO coeso A moderado textura argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo suave ondulado</p> <p>PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO Tb coeso A moderado textura média/argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo suave ondulado.</p> <p>PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO Tb coeso A moderado textura média/argilosa fase floresta tropical subperenifólia relevo suave ondulado.</p>

5.7. Interpretação para o uso agrícola.

Na interpretação para o uso agrícola dos perfis foram considerados dois sistemas de manejo, indicados pelas letras B e C, que representam respectivamente nível tecnológico médio e alto. Quanto ao tipo de utilização dos solos, foram consideradas culturas (de ciclo curto ou longo), pastagem plantada e silvicultura.

Para a identificação das classes de aptidão, foram avaliadas as interações entre os fatores limitantes, sistemas de manejo e formas de utilização dos solos, segundo os critérios de classificação adotados pelo SNLCS/EMBRAPA (SEPLAN-MA-EMBRAPA, 1978). As classes obtidas são expressas na tabela 13.

Os perfis apresentam boa drenagem, e estão situados em locais onde não são impedimento por excesso de água ou deficiência de oxigênio. Quanto a limitações por fertilidade, os perfis 1, 3 e 4 têm altos teores de alumínio, crescentes em profundidade. Os perfis 2 e 5 apresentam teores de alumínio de baixos a nulos. Todos os perfis tem níveis baixos de bases trocáveis e de capacidade de troca de cátions (CTC).

Quanto à susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização, os perfis 1 e 2 apresentam maiores limitações que os perfis 3, 4 e 5. No P1, o grau de limitação é acentuado pela presença do gradiente textural e do caráter coeso na transição do horizonte A para o B, aliados ao relevo e decli-

vidade. O perfil 2, apesar de nele não se observar o gradiente textural tem limitação elevada quanto à erosão e mecanização, à semelhança do P1, por apresentar caráter coeso nos horizontes A3 e B1, relevo ondulado e presença de material concrecionário no terço inferior da encosta e em profundidade.

Em todos os perfis, a presença de horizontes coesos, de maior densidade aparente e menor porosidade, representa restrição ao desenvolvimento pleno do sistema radicular das culturas, influenciando a absorção de água e nutrientes.

As principais limitações ao uso agrícola dos perfis em estudo, que conduziram às classes expressas na tabela 13, são: a) reduzida fertilidade natural, b) restrição ao desenvolvimento das raízes, c) susceptibilidade à erosão, d) material concrecionário à superfície do terreno, e e) baixa capacidade de retenção de umidade na camada superficial.

Em virtude do intenso grau de mecanização envolvido na exploração da cultura de cana-de-açúcar, que é dominante nos solos de tabuleiros, na região de Campos e em outros Estados, os perfis em estudo podem apresentar classe de aptidão mais severa que aquelas especificadas na tabela 13, para culturas no sistema C.

Tabela 13. Classe de aptidão agrícola dos perfis examinados, nos sistemas de manejo B e C para culturas, pastagem plantada e silvicultura.

Perfil	Classe de Aptidão (a)			
	Sistema B	Sistema C	Pastagem	Silvicultura
1	Regular	Restrita	Boa	Boa
2	Regular	Restrita	Boa	Restrita
3	Restrita	Regular	Boa	Boa
4	Restrita	Regular	Boa	Boa
5	Regular	Regular	Boa	Boa

(a)SEPLAN-MA. EMBRAPA/SNLCS (1978)

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados e discutidos no capítulo anterior permitem as conclusões que se seguem.

Os perfis examinados têm uma aparente isotropia vertical, quanto à morfologia (seqüência de horizontes, cor, estrutura e consistência), que em muito se confunde com a morfologia dos solos latossólicos. Esta isotropia só é quebrada pela diferença textural ao longo do perfil, principalmente nos perfis 1, 4 e 5. Nestes, os teores de argila do horizonte B são bem maiores que nos horizontes adjacentes; entretanto, este fato não pode ser identificado como incremento de argila devido a processos genéticos, uma vez que não foi observado, no horizonte B, um desenvolvimento adequado de filmes de argila entre as unidades estruturais ou recobrando as frações grosseiras. O mecanismo provavelmente responsável pelo gradiente textural, nesses perfis 1, 4 e 5, é a perda de argila do horizonte superficial, por remoção diferencial decorrente de erosão e manejo (Simonson, 1949; Bennema, 1982).

Conforme já observado por diversos autores, a característica morfológica de maior expressão, e que permite diferenciar estes solos das demais classes, é o caráter coeso, que ocorre geralmente na faixa de transição entre os horizontes A e B e, em alguns perfis, nos primeiros subhorizontes B2. Nos perfis examinados, este caráter coeso parece resultar tanto do processo de consolidação como de compactação, e este caráter é de extrema importância como característica diferencial.

Os resultados obtidos não permitem concluir pela existência, no solum desses perfis, de descontinuidade litológica. Quanto à mineralogia, os perfis examinados são homogêneos, tanto entre os horizontes de um perfil como entre os diversos perfis e, ainda, similares ao material de origem. Há um domínio constante de caulinita, o que é coerente com os dados químicos e permite uma primeira avaliação do grau de meteorização do material do solo. Desta forma, conclui-se que foi pequena, em relação ao material de origem pré-edafizado, a evolução mineralógica destes solos.

As características dos solos estudados, principalmente morfológicas e mineralógicas, estão mais estreitamente relacionadas com o material originário e com os processos geomórficos formadores da paisagem regional dos "tabuleiros", do que com processos propriamente pedogenéticos.

Embora tenham sido classificados, com base nos atuais sistemas de classificação, como solos com horizonte B textural ou B latossólico, os perfis seriam mais apropriadamente classificados como solos com horizonte B de pequena evolução, genética.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ANTONELLO, L.L.; MÖLLER, M.R.F.; MONIZ, A.C.; e DURIEZ, M.A.M. 1984. Mineralogia de argilas de "horizontes B" de Latossolos do sudeste e sul do Brasil. Trabalho realizado para a III KCC (ainda não publicado).
- AUBERT, G. 1963. Soil with ferruginous or ferrallitic trusts of tropical regions. Soil Sci. 95(4): 235-242.
- BENNEMA, J. 1966. The calculation of CEC for 100 gramas clay (CEC 100) with correction for organic carbon. In: Classification of brazilian soils. FAO, Rome. P: 27-30.
- BENNEMA, J. 1982. Acid Soils of the humid tropics of South America, with special reference to the well-drained soils on old alluvial sediments. Proceed of the Joint Workshop on: Management of Low Fertility Acid Soils of the American Humid Tropics. Paramaribo, Suriname, 23-26 nov. 1981. p: 105-125.
- BENNEMA, J. e CAMARGO, M.N. 1964. Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro (mimeografado).

- BENNEMA, J. e CAMARGO, M.N. 1979. Some remarks on brazilian Latosols in relation to the Oxisols of the Soil Taxonomy. Proceed. 2nd. Int. Soil Class. Workshop. Part I. Malaysia Soil Survey. Div. Land. Dev. Dept. Bangkok. P: 233-255.
- BIGARELLER, J.J. e ANDRADE, G.O. 1964. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Univ. Fed. Pernambuco, Recife. Arg. Inst. Cienc. Terra, nº 2. p: 2-14.
- BLAKE, G.R. 1965. Particle density. In: BLACK, C.A. Methods of Soil Analysis. Agronomy, Washington. Part. 1, 9:371-373.
- BRASIL. MA. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. 1958. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal; contribuição à carta de solos do Brasil. Rio de Janeiro, 350 p. (Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 11).
- BRASIL. 1971. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte. Div. de Pesq. Pedol. MT/DNPEA-SUDENE/DRN. Recife. Bol.Tec. 21, 531 p. (Série Pedologia, 9).
- BRASIL. MA. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. 1972. I. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. SUDENE/DRN. Rio de Janeiro. Bol. Téc. 15, 683p. (Série Pedologia, 8).

- BRASIL 1972. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Vol. II (Descrições de perfis de solos e análises). Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. MA/DNPEA-SUDENE/DRN. Recife. Bol.Téc. 26, 354p. (Série Pedologia, 14).
- BRASIL. 1973. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Vol. I. Div. de Pesq. Pedol. MA/DNPEA-SUDENE/DRN. Recife. Bol. Téc. 26, 359p.
- BRASIL. 1973. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Vol. I e II. Div. de Pesq. Pedol. MA/DNPEA-SUDENE/DRN. Recife. Bol.Téc. 28 (Série Pedologia, 16).
- BRASIL. 1975. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Alagoas. Centro de Pesquisas Pedológicas. EMBRAPA-SUDENE/DRN. Recife. Bol.Téc. 35,532p.(Série Recursos de Solos, 5).
- BRASIL. 1975. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Sergipe. Centro de Pesquisas Pedológicas. EMBRAPA-SUDENE/DRN. Recife, Bol.Tec. 36, 506p. (Série Recursos de Solos, 6)
- BRASIL. 1977. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco-Estado da Bahia. Vol. I. EMBRAPA/SNLCS-SUDENE/DRN. Recife. Bol.Téc. 52, 738p.
- BRASIL. 1978. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo. EMBRAPA/SNLCS. Rio de Janeiro. Bol.Téc. 45, 461p.

- BRASIL 1981. Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos da área do polo Altamira, Pará. EMBRAPA/SNLCS. Rio de Janeiro. Bol. Téc. 77, 183p.
- BRASIL. 1982. Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras de área piloto no município de Barreirinha, Estado do Amazonas. EMBRAPA/SNLCS-SEPROR/CEPA-AM. Rio de Janeiro. Bol. Pesq. 9, 101p.
- BRASIL. PROJETO RADAM-BRASIL. 1976. Mosaico semicontrolado de radar-escala 1:250.000. Ministério de Minas e Energia DNPM. Folha SF. 24-V.C. Brasília, DF.
- BRASIL. IBGE. 1977. Geografia do Brasil-Região Sudeste. Rio de Janeiro.
- BUOL., S.W.; HOLE, F.D. e Mc. CRACKEN, K.J. 1973. Soil genesis and classification. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1ª ed. EUA. 360 p.
- CAMPOS e SILVA, A. 1965. O grupo Barreiras na região de Natal. UFRN. Inst. Antrop. Relatório e Comunicação. Geologia n° 1, 4p.
- CLINE, M.G. 1975. Origin of the term "Latosol". Soil Sci. Soc. Amer. Proc., vol. 39: 162.
- DANA, J.D. e HURLBUT, C.S. 1983. Manual de Mineralogia. Livro Técnico e Científico Editora S.A., Rio de Janeiro. 642p.

- DANIELS, R.B.; GAMBLE, E.E. and CADY, J.G. 1971. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. Adv. in Agron., p: 51-88.
- DAY, P.R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis. Agronomy, Washington. Part. I, 9: 515-567.
- DIXON, J.B. and JACKSON, M.L. 1962. Properties of inter-gradient chlorite-expansible layer silicates of soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 26:358-362.
- DIXON, J.B. and WEED, S.B. 1977. Minerais in soil environments. Soil Sci. Soc. of Am. Madison, Wisconsin, USA 948 p.
- EMBRAPA-SNLCS. 1979. Anais. I Reunião de Classificação, correlação e Interpretação de Aptidão Agrícola de Solos. Rio de Janeiro, 276 p.
- EMBRAPA-SNLCS. 1979. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro.
- EMBRAPA-SNLCS. 1979. Súmula. X Reunião Técnica de Levantamento de Solos. SNLCS, Rio de Janeiro. Série Miscelânea 1, 83p.
- EMBRAPA-SNLCS. 1980. Estudo expedito de solos do Estado do Rio de Janeiro, para fins de classificação, correlação e legenda preliminar. Rio de Janeiro. Bol.Téc. 62, 208p.
- ESTADOS UNIDOS. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff 1951. Soil survey manual. Washington, D.C., USDA. 503P (Agriculture Handbook, 18).

- ESTADOS UNIDOS. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff
1960. Soil classification: a comprehensive system, 7th
approximation. Washington, D.C., USDA.
- ESTADOS UNIDOS, Soil Conservation Service. Soil Survey Staff.
1975. Soil taxonomy: a basic system of soil classifica-
tion for making and interpreting soil surveys. Washington
D.C., USDA. 754p (Agriculture Handbook, 436).
- ESWARAN, H.: GUTHRIER, R. and HOLZHEY, S. 1983. The place of
laterites in Soil Taxonomy. In: Proceed. of the II Int.
Seminar of Lateritisation Process. Melfi, A.J. and Car-
valho, A. (ed.) USP, São Paulo. 1982. p.491-497.
- FAO-UNESCO. 1974. Soil map of the world, 1:5.000.000. Legend
Paris, UNESCO. V.1.
- FUNDENOR. 1970. Mapa do levantamento pedológico do Norte
Fluminense. Escala 1:200.000. Campos, Rio de Janeiro.
- FUNDENOR. 1970. Relatório sobre desenvolvimento do setor agro-
pecuário no Norte Fluminense-Levantamento pedológico.
FUNDENOR-ITALCONSULT. Campos, Rio de Janeiro. 74p.
- GEIGER, P.P. 1956. A região setentrional da baixada flumen-
se. Rev. Bras. de Geografia, Ano XVIII. IBGE, nº 1.
- IBGE. 1968. Carta geográfica do Brasil. Escala 1:50.000. Ins-
tituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1ª Ed.
Rio de Janeiro.
- IBGE. 1975. Mapa do Estado do Rio de Janeiro. Escala 1.400.000
SEPLAN. 2ª Ed. Brasília, D.F.

- INPE. DRM. 1976. Mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro. Baseado em imagens MSS do satélite Landsat-1. Escala 1: 500.000. Instituto de Pesquisas Espaciais. Dep. de Rec. Min. são Paulo.
- JACKSON, M.L. 1956. Soil chemical analysis. Advanced Course Madison, Univ. Wisconsin. 991p. (mimeo.)
- JACKSON, M.L. and SHERMAN, G.D. 1953. Chemical weathering of minerals in soils. Adv. Agron., 5:219-318.
- JACOMINE, P.K.T. 1974. Fragipans em solos de "tabuleiros": características, gênese e implicações no uso agrícola. Tese de livre-docência. Univ. Fed. de Pernambuco. Recife. 113 p.
- JACOMINE, P.K.T. 1973. Conceituação sumária de classes de solos abrangidas na legenda preliminar de identificação de solos no Estado do Rio de Janeiro. In: I Reunião de Classificação, Correlação e Interpretação de Aptidão Agrícola de Solos. EMBRAPA/SNLCS. 1979. Rio de Janeiro.
- KITAGAWA, Y. and MÖLLER, M.K.F. 1980. Kaolin minerals in the Amazon soils. Soil Sci. Plant. Nutr., 26 (2): 255-69.
- KLAMT, E. e BEATTY, M.T. 1972. Gênese de uma seqüência de solos da região do planalto médio riograndense. Pesq. agropec. bras., Sér. Agron., 7: 99-109.
- LAMEGO, A.R. 1944. A bacia de Campos na geologia litorânea do petróleo. Div. Geol. Dept. Nac. Prod. Min. Rio de Janeiro, Bol. nº 113, 60p.

- LAMEGO, A.P. 1955. Geologia das quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé. Div. Geol. Dept. Nac. Prod. Min. Rio de Janeiro, Bol. nº 154.
- LEMONS, R.C. de e SANTOS, R.D. dos. 1982. Manual de descrição e coleta de solo no campo. SBCS/SNLCS (ed.). Campinas, 2ª edição, 46 p.
- LIMA, A.A.C. 1980. Características de Latossolos Amarelos da Amazônia brasileira. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. Piracicaba.
- LIMA, P.C. de. 1981. Micromorphological observations of some soils from the tablelands of Brazil. Tese de Mestrado. University of Reading, Inglaterra. 140p.
- MABESOONE, J.M. 1966. Relief of northeastern Brazil and its correlated sediments. Zeitschr. Geomorph., NF 10:419-453.
- NAIGNIEN, R. 1966. Review of research on laterites. Nat. Resour. Res., IV. UNESCO, Paris. 148p.
- MARSHALL, T.J. and HOLMES, J.W. 1979. Soil physics. Cambridge University Press. Great Britain. 345p.
- MATOSO, S. de Q. e ROBERTSON, F.S. 1959. Uso geológico do termo Barreiras. Bol. Téc. Petrobrás, ano II. Rio de Janeiro. nº 3: 37-42.
- MEHRA, O.P. e JACKSON, M.L. 1960. Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: National Conference on Clay and Clays Minerals, 7. Proceedings. p. 317-327.

- MELLO, A. e FONSECA, Z. 1962. Contribuição ao estudo petrográfico sedimentológico da Formação Barreiras de Pernambuco. Universidade do Recife. Pernambuco. Arquivos de Geologia, 3: 55-71.
- MIC/IAA. 1982. Projeto de irrigação e drenagem da cana-de-açúcar na Região Norte fluminense. Relatório de Reconhecimento. Vol. 1, Tomo I.
- MONIZ, A.C. 1980. Formation of an Oxisol-Ultisol transition in São Paulo, Brazil. Tese de Doutorado. North Carolina State University. Raleigh, U.S.A. 290p.
- MOORMANN, F.R. 1978. Report on the Brazil meeting of the committee on the classification of Alfisols and Ultisols with Low Activity Clay. In: Proceed. of first international soil classification workshop. CAMARGO, M.N. and BEINROTH, F.H. (ed.) Rio de Janeiro. 1978. SNCLS/EMBRAPA.
- MOREIRA, A.A.N. 1965. In: Geologia do Brasil. IBGE, Vol. V.
- OLIVEIRA, A.I. e LEONARDOS, O.H. 1943. Geologia do Brasil. Serviço de Informação Agrícola. MA. Rio de Janeiro. Série Didática 2, 2ª ed., 813p.
- OLMOS, I. LARACH, J. 1981. Bases para leitura de mapas de solos. EMBRAPA/SNCLS. Rio de Janeiro. Série Miscelânea. 4, 91p.
- PESSOA, S.C.P.; RICHÉ, G.R. e SILVA, F.B.R. 1980. Desenvolvimento da estrutura de podzólicos e latossolos derivados de granulitos. Pesq. agropec. bras. Brasília, 15(3): 319-328.

- PETRI, S. e FÚLFARO, V.J. 1983. Geologia do Brasil. T.A. Queiroz. Ed. da USP. São Paulo. 631p.
- PRESCOTT, J.A. and PENDLETON, R.L. 1952. Laterite and lateritic soils. Farnham Royal, Bucks., England. 45p. (Commonwealth Bureau of Soil Science, Tech. Comm. n° 47).
- RAMOS, D.P. 1981. Latossolos brasileiros: um enfoque estatístico para o reconhecimento de características diferenciais. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. Piracicaba. 184p.
- REZENDE, J. de O. 1979. Conseqüências da aplicação de vinhaça sobre algumas propriedades físicas de um solo aluvial (estudo de um caso). Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. Piracicaba. 112p.
- SANTOS, H.G. dos; CAMARCO, M.N.; OLMOS I. LARACH, J.; JACOMINE, P.K.T.; e CARVALHO, A.P. de. 1984. Definição e notação de horizontes e camadas do solo (Versão modificada). EMBRAPA-SNLCS, Rio de Janeiro, 36 p. (EMBRAPA-SNLCS-Documentos, 3).
- SEPLAN-MA. EMBRAPA/SNLCS. 1978. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. Brasília, DF. 70 p.
- SETZER, J. 1949. Os solos dos grupos 17 e 18. Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. Dep. de Prod. Vegetal. São Paulo, 43p. (Boletim de Agricultura, n° único).

- SILVA, A.C.; MABESOONE, J.M. e BEURLEN, K. 1971. Estratiografia do grupo Barreiras nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Ass. dos Geol. de Pernambuco, Rev. Trim. Recife, 2:1-13.
- SILVA SÁ, J.H. de. 1969. Contribuição à geologia dos sedimentos terciários e quaternários da região Bragantina, Estado do Pará. Instituto de Geociências. UFRJ. Bol. Geologia, 3.
- SIMONSON, R.W. 1949. Genesis and classification of Red-yellow Podzolic Soils. Soil Sci. Soc. of Amer. Proceed. v. 14: 316-319.
- SIVARAJARASINGHAM S. ; ALEXANDER, L.T.; CADY, J.C. and CLINE, M.G. 1962. Laterite. Adv. Agron., 14:1-60
- SMITH, G.D.; BRITO, P.A. and LUQUE, O. 1977. The litho-plinthic horizon. A diagnostic horizon for Soil Taxonomy. Soil Sci. Soc. Am. J., 41: 1212-1214.
- TAYLOR, S.A. and ASHCROFT, G.L. 1972. Physical edaphology. W.H. Freeman and Company. San Francisco, U.S.A. 533p.
- VAN WAMBEKE, A.V. 1967. Recent developments in the classification of the soils of the tropics. Soil Sci., Vol. 104 (5):309-313.
- VOLKOFF, B. 1978. Os produtos ferruginosos que determinam a cor dos latossolos da Bahia. Rev. Bras. Ci. Solo. 2: 55-59. Jan/abr.

- WHITE, E.M. 1967. Soil age and texture factors in subsoil Structure genesis. Soil Sci. Vol 103 (4): 288.
- WINCHELL , A.N. and WINCHELL,H. 1959. Elements of optical mineralogy. New York, J. Wiley. 551p.
- WINTERS, E. and SIMONSON, R.W. 1951. The subsoil. Adv. in Agron., Vol III: 1-92.

APÊNDICE 1

PERFIL 1

LOCALIZAÇÃO - Campos, RJ. 32 Km a partir da ponte sobre o rio Paraíba no sentido Campos-Vitória (ES). Distando cerca de 20 metros à direita da rodovia BR-101.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE - Terço superior da encosta, com 8% de declividade.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Barreiras (Terciário) capeando gnaíesses do Grupo Paraíba do Sul - Pré-Cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Sedimentos argilo-arenosos supracitados.

RELEVO LOCAL - Ondulado com vertentes suavemente convexas e topo aplainado, relevo do tipo em "meia-laranja".

RELEVO REGIONAL - Ondulado e forte-ondulado.

ALTITUDE - 100 metros.

EROSÃO - Laminar moderada.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical sub-perenifólia.

USO ATUAL - Cana-de-açúcar.

Descrição Morfológica

Ap - 0 - 15 cm; bruno-escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5/4, seco); argila arenosa; fraca média granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

A3 - 15 - 32 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/7, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5,5/6, seco); argila arenosa coeso com poucas fraca pequena a média granular; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e abrupta.

A1b - 32 - 42 cm; bruno-escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5/4, seco); argila-arenosa; coeso com poucas fraca pequena a média granular; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição plana e clara.

A3b - 42 - 56 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/6, úmido), bruno-amarelado-claro (10 YR 6/4); argila; coeso com poucas moderada pequena a média blocos angulares (maior dimensão no eixo vertical) e raras moderada pequena granular; duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e clara.

- B1t - 56 - 76 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/T); argila; moderadamente coeso com poucas moderada pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.
- B21t - 76 - 106 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/8); muito argilosa; moderadamente coeso com poucas moderada pequena a média blocos subangulares; cerosidade fraca e pouca; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.
- B22 - 106 - 129 cm; bruno-forte (7,5 YR 5/6); muito argilosa; moderada pequena a média blocos subangulares; cerosidade fraca e pouca; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e clara.
- B3 - 129 - 138 cm; bruno-forte (7,5 YR 5/8); argila; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição ondulada (5 - 13 cm) e clara.

c1 - 138 - 163 cm; bruno-forte (7,5 YR 5/6), mosqueado pouco médio e distinto, amarelo-avermelhado (5 YR 6/6); argila; maciça porosa in situ; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição plana e gradual.

c2 - 163 - 182⁺ cm; amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6); argila-arenosa; maciça porosa in situ; macio, friável, plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes - Muitas no Ap, comuns no A3 e Alb, poucas no A3b, B21 e C1, raras no B1, B22 e B3. Predomínio de raízes fasciculares, com algumas pivotantes com diâmetro de 6 cm no B21 e B22.

Observações - Poros comuns e pequenos em B21, B22 e B3.
- Presença de tingimento por matéria orgânica em A3b e B1.
- Carvão comum em Ap, A3 e Alb, pouco no A3b, B1 e B21, raro no B22 e B3.
- Atividade biológica intensa no horizonte A, B1 e B21, formigas e termitas.
- Presença de material concrecionário recobrimdo as bordas erodidas da encosta.

PERFIL 2

LOCALIZAÇÃO - Campos, RJ. 30 Km a partir da ponte sobre o rio Paraíba no sentido RJ-ES. Distanto cerca de 20 metros à direita da rodovia Br-101.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE - Terço superior da encosta, com 8% de declividade.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Barreiras (Terciário), capeando gnaisses do Grupo Paraíba do Sul - Pré-Cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Sedimentos argilo-arenosos supracitados.

RELEVO LOCAL - Ondulado com vertentes suavemente convexas e topo aplainado, relevo do tipo em "meia-laranja".

RELEVO REGIONAL - Ondulado e forte-ondulado.

ALTITUDE - 95 metros.

EROSÃO - Laminar ligeira a moderada.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical sub-peranifólia.

USO ATUAL - Cana-de-açúcar.

Descrição Morfológica

- Ap - 0 - 10 cm; bruno-escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5/4, seco); argila-arenosa; moderada média granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, transição plana e clara.
- A3 - 10 - 30 cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4, úmido), bruno-amarelado-claro (10 YR 6/4, seco); argila-arenosa; coeso com poucas moderada média granular e fraca pequena a média blocos angulares; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- B1 - 30 - 59 cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 4,5/4); argila-arenosa; coeso com poucas moderada pequena a média blocos angulares; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- B2 - 59 - 95 cm; bruno-amarelo (10 YR 5/8); argila-arenosa; moderadamente coeso com poucas moderada pequena blocos angulares; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição plana e abrupta.

II Clcn- 95 - 129 cm; bruno-forte (7,5 YR 5,6); argila-arenosa; maciça porosa in situ; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição ondulada (30-38 cm) e gradual.

II C2cn- 129 - 161 cm; amarelo-avermelhado (7,5 YR 5,5/6); argila-arenosa; maciça porosa in situ; ligeiramente duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição irregular (21-43 cm) e clara.

II C3cn- 161 - 195⁺ cm; bruno-forte (7,5 YR 5/6), mosqueado pouco, pequeno e difuso, amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6) e amarelo-avermelhado (7,5 YR 7/8); franco argilo-arenoso; maciça porosa in situ; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes - Muitas no Ap, poucas no A3, B1 e B2, raras no C1 cn e C2 cn. Predomínio de raízes fasciculares com diâmetro de 1 a 2 mm até B1.

Observações - Atividade biológica intensa até o R1.

- Poros comuns pequenos e médios no Ap, A3 e B1; e muitos pequenos e médios no B2.
- Pontuações e escurecimento por matéria orgânica nos horizontes B1 e B2.
- Pouco carvão em Ap.
- Presença de material ferruginoso, de coloração variegada na parte interna das concreções e avermelhada na superfície externa, dispostos em formas poligonais, esferoidais e agregados irregulares. Ocorrem nos horizontes C1, C2 e c3 cn.
- A descrição detalhada das concreções é apresentada no corpo da tese.

PERFIL 3

LOCALIZAÇÃO - Campos, RJ. A 25 km da saída de Campos, no entrocamento da BR-101 com a RFFSA, sentido RJ-ES. Distanto 20 metros da rodovia BR-101, à direita.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE - Topo do tabuleiro, com 6% de declividade.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Grupo Barreiras (Terciário) capeando gnaíesses do Grupo Paraíba do Sul - Pré-Cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Sedimentos argilo-arenosos supracitados.

RELEVO LOCAL - Suave ondulado com vertentes suavemente convexas e topo plano, relevo tabuliforme.

RELEVO REGIONAL - Ondulado e suave ondulado.

ALTITUDE - 60 metros.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical sub-perenifólia.

USO ATUAL - Cana-de-açúcar.

Descrição Morfológica

- Ap - 0 - 11 cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/3,5, úmido), bruno-acinzentado (10 YR 5/2, seco); argila-arenosa; fraca média a grande granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- A3 - 11 - 36 cm; bruno-escuro (10 YR 3,5/3, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5/4, seco); argila-arenosa; coeso que se desfaz em moderada pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- B1 - 36 - 52 cm; bruno-escuro (10 YR 4/3); argila; moderada pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- B21 - 52 - 97 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/6); argila; moderada média blocos subangulares; cerosidade pouca e fraca; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e Clara.

- B22 - 97 - 125 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/6); argila; moderada média blocos subangulares e angulares; cerosidade pouca e fraca; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e Clara.
- B23 - 125 - 144 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/8); argila; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição plana e clara.
- B3 - 144 - 167 cm; amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6); argila; maciça porosa com fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- C 1 - 167 - 190⁺ cm; amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/8); argila; maciça porosa in situ; ligeiramente duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso.
- Raízes - Muitas no Ap, comuns no B1, B21 e B22; poucas no A3, B23 e B3. Raízes fasciculares com diâmetro de 1 a 2 mm no horizonte Ap e do B1 ao B22, no A3 o diâmetro é menor que 1 mm.

Observações - Atividade biológica intensa até o B21.

- Poros comuns e pequenos em Ap e A3; pequenos e médios no B1 e B21; muitos, pequenos e médios nos demais horizontes.
- Escurecimento por material orgânico nos horizontes A3, B1 e B21.
- Algumas concreções ferruginosas nos horizontes B23, B3 e C1.

Complemento ao perfil 3

LOCALIZAÇÃO - Corte da estrada de ferro (RFFSA) a cerca de 2 metros da trincheira.

COBERTURA VEGETAL - Gramíneas.

EROSÃO - Laminar muito forte.

Descrição Morfológica

1º camada - 300 - 350 cm; vermelho-amarelado (5 YR 5/8, úmido), amarelo-avermelhado (5 YR 6/6, seco); argila; maciça porosa in situ; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso.

2ª camada - 350 - 390 cm; vermelho-amarelado (5 YR 5/8, úmido), amarelo-avermelhado (5 YR 7/5, seco); argila; maciça porosa in situ; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso.

3ª camada - 390 - 420⁺ cm; amarelo-avermelhado (5 YR 6/8, úmido), amarelo-avermelhado (5 YR 7/6, seco); argila-arenosa; maciça porosa in situ; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes - Raras com diâmetro de 1,0 mm, fasciculares e algumas secundárias.

- Observações - A transição provável entre o último horizonte descrito no perfil 3 e a 1ª camada é plana e difusa.
- As três camadas apresentam material ferruginoso entremeado pela terra fina, diferenciando-se pela quantidade e tamanho das concreções.
 - A caracterização do material concrecionário é apresentada no corpo da tese.

PERFIL 4

LOCALIZAÇÃO - Campos, RJ. Estrada vicinal BR-101 - Usina Outeiro; entrar à esquerda da rodovia na altura do posto o Caminhaneiro, Travessão, e percorrer 5 km até encontrar uma pequena caçoeira, dobrar à esquerda e após 300 metros entrar no talhão de cana à esquerda até 10 m.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE - Trincheira no terço médio do tabuleiro, com 5% de declividade.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Sedimentos do Grupo Barreiras - Terciário.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Sedimentos argilo-arenosos supracitados.

RELEVO LOCAL - Suave-ondulado com vertente suavemente convexa e topo plano, relevo tabuliforme.

RELEVO REGIONAL - Suave-ondulado.

ALTITUDE - 35 metros.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical sub-perenifólia.

USO ATUAL - Cana-de-açúcar.

Descrição morfológica

Ap - 0 - 13 cm; bruno-escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5/4, seco); franco-argilo-arenoso; moderada média granular; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

A3 - 13 - 29 cm; bruno (10 YR 4/3, úmido), bruno-amarelado-claro (10 YR 6/4, seco); franco-argilo-arenoso; maciça coesa in situ; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

B1t - 29 - 40 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/4); franco-argilo-arenoso; maciça coesa in situ; duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

B21t - 40 - 65 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/6); argila-arenosa; coesa com poucas fraca pequena a média blocos angulares; ligeiramente duro a duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

B22 - 65 - 109 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/7); argila-arenosa; moderadamente coeso com pouca fra-aca pequena a média blocos angulares; ligeiramente duro a duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.

B23 - 109 - 148 cm; bruno-amarelado (10 PR 5/61); argila-arenosa; moderadamente coeso com pouca fra-aca pequena blocos angulares; ligeiramente duro muito friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

B3 - 148 - 180⁺ cm; bruno-amarelado (10 YR 5/8); argila-arenosa; maciça porosa in situ com pouca fra-aca pequena blocos angulares; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso.

Raízes - Comuns no Ap, A3 e B21; poucas no B1 e raras nos demais horizontes. Raízes fasciculares e poucas secundárias com diâmetro de 0,5 a 1mm no Ap e B1, e de 1,0 a 2,0 mm no A3 e B21.

Observações - Atividade biológica intensa até o B1.

- Poros muitos e pequenos no Ap; comuns e pequenos no A3; comuns e muito pequenos no B1; muitos poros muito pequenos e pequenos do B21 ao B3.

- Raras concreções ferruginosas em alguns sub-horizontes B, de tamanho muito pequeno.

PERFIL 5

LOCALIZAÇÃO - Campos, RJ. Estrada vicinal à direita da BR-101 (sentido RJ-ES) na proximidade do Aeroporto Bartolomeu Lisandro; entrar à esquerda do aeroporto e percorrer 7 km até o perfil, a 10 m da estrada e à esquerda.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE - Trincheira no topo do tabuleiro, com 3% de declividade.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Sedimentos do Grupo Barreiras-Terciário.

MATERIAL ORIGINÁRIO - Sedimentos argilo-arenosos supracitados.

RELEVO LOCAL - Suave-ondulado com vertente suavemente convexa e topo plano, relevo tabuliforme.

RELEVO REGIONAL - Suave-ondulado e plano.

ALTITUDE - 15 metros.

EROSÃO - Laminar ligeira.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta tropical sub-perenifólia.

USO ATUAL - Cana-de-açúcar.

Descrição morfológica

- Ap - 0-17 cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 3/3, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5/4, seco); franco-a-, renoso; fraca muito pequena e pequena granular: ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- A3 - 17 - 36 cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/3,5, úmido), bruno-amarelado (10 YR 5/6, seco); franco-argilo-arenoso; maciça coesa in situ; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- B1t - 36 - 46 cm; bruno-escuro (10 YR 4/3); argila-arenosa; coeso com poucas fraca pequena a média blocos angulares; duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- B21t - 46 - 81 cm; bruno-escuro (10 YR 4/3); argila-arenosa; coeso com poucas fraca pequena blocos angulares; duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e gradual.

- B22 - 81 - 110 cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4); argila-arenosa; moderadamente coeso com poucas fraca pequena blocos angulares; duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.
- B23- 110 - 140 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/6); argila-arenosa; moderadamente coeso com poucas fraca pequena blocos angulares; duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B3 - 140 - 190 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/7); argila-arenosa; maciça porosa in situ que se desfaz em poucas fraca pequena e média blocos angulares; duro, muito friável, plástico e ligeiramente pegajoso.
- Raízes - Comuns no Ap; poucas no A3 e B1; raras nos demais horizontes. Predomínio de fasciculares com diâmetro de 1,0 a 2,0 mm no Ap, A3 e B1.

Observações - Atividade biológica intensa até o B1. Escurecimento por material orgânico no B22 e horizontes B sobrejacentes.

- Poros comuns e médios no Ap, B21 e B22; comuns e pequenos no A3 e E1; muitos e pequenos no B23 e B3.
- Raras concreções ferruginosas, principalmente no horizonte B, de tamanho muito pequeno.

APÊNDICE 2

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL 01

Amostra de labor. n.º:

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispensado com NaOH calpau) %				Argila dispersa em água %	Grau de floculação %	% Silte		Densidade prom J		Porosidade (volume)
Símbolo	Profundidade em	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2 - 0,20 mm	Areia fina 0,20 - 0,05 mm	S. na 0,05 - 0,002 mm	Argila < 0,002 mm			% Argila	Argam. Rest.	Argam. Rest.		
Ap	0-15	0	2	98	44	14	2	40	34	15	0,05	1,28	2,53	49	
A3	-32	0	2	98	37	11	2	50	44	12	0,04	1,51	2,61	42	
A1b	-42	0	2	98	35	14	5	46	40	13	0,11	1,42	2,58	45	
A3b	-56	0	2	98	33	12	2	53	48	9	0,04	1,49	2,63	43	
Blt	-76	0	2	98	26	13	3	58	52	10	0,05	1,42	2,63	46	
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sorção mg/100g									Valor V (cat. de bases) (cat. de bases)	100 Al +++ S + Al +++	P (mg/kg) (mg)	
	Água	KCl 1M	Ca ++	Mg ++	K +	Na +	Valor B (bases)	Al +++	H +	Valor T (total)					
	4,9	4,0	1,25	0,79	0,08	0,05	2,2	0,6	3,1	5,9	37	21	3		
	5,0	4,0	0,97	0,57	0,13	0,03	1,7	0,6	2,6	4,9	35	26	2		
	4,4	3,7	0,51	0,77	0,06	0,06	1,4	1,5	4,6	7,5	19	52	1		
	4,4	3,9	0,46	0,52	0,05	0,08	1,1	1,4	3,9	6,4	17	56	1		
	4,6	3,9	0,39	0,64	0,03	0,07	1,1	1,4	3,7	6,2	18	56	1		
Horizonte	C (orgânico) %	N %	ATAQUE FOR							SO ₂ (K)	SI O ₂ (K)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (100-24)	Equivalente de substância		
			H ₂ SO ₄ (1:1)				NaOH (7,8%)								
	1,17	0,13	9	14,9	12,2	2,6	0,57	0,05	2,08	1,83	7,37	1	14,8		
	0,85	0,08	11	19,7	16,2	3,6	0,72	0,04	2,07	1,81	7,06	1	17,3		
	1,25	0,09	14	16,7	14,1	2,9	0,66	0,05	2,01	1,78	7,63	1	17,7		
	0,84	0,07	12	21,0	18,9	3,9	0,88	0,05	1,89	1,67	7,61	1	19,8		
	0,73	0,06	12	23,6	19,2	4,3	0,98	0,05	2,09	1,83	7,01	1	21,8		

PERFIL 02

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Amostra de labor. n.º:

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH calçoni) %				Argila dispersa em água %	Óxido de hidratação %	% Sílica	Densidade prom 3		Porosidade % (voluma)
Diâmetro	Profundidade cm	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,05 mm	S. Fe 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				% Argila	Apesentk	
Ap	0-10	0	2	98	45	17	1	37	31	16	0,03	1,27	2,61	51
A3	-30	0	2	98	44	14	3	39	35	10	0,08	1,5	2,59	42
B1	-59	0	2	98	40	16	2	42	38	9	0,05	1,53	2,62	42
B2	-95	0	2	98	34	14	3	49	48	2	0,06	1,49	2,63	43
II Clcm	-129	10	41	49	33	13	4	50	45	12	0,08	-	2,61	-
Horizonte	pH(1:2,5)		Complexo sorção mg/100g								Valor C (sat. de bases) %	100Al+++ S+Al+++	Porosidade (cm)	
	Água	KCl 1N	Ca ++	Mg ++	K +	Na +	Valor S (base)	Al +++	H +	Valor T (base)				
	5,3	4,4	1,47	1,17	0,07	0,04	2,8	0,15	2,1	5,0	56	3	4	
	5,4	4,6	1,88	0,86	0,03	0,04	2,8	0,1	1,7	4,6	61	3	2	
	5,7	5,0	2,03	0,65	0,02	0,03	2,7	0,05	0,6	3,4	79	2	1	
	5,9	5,2	2,29	0,45	0,01	0,03	2,8	0,0	0,6	3,4	82	0	1	
	6,0	5,3	2,22	0,46	0,02	0,07	2,8	0,0	0,4	3,2	88	0	1	
Horizonte	C (orgânico) %	N %	ATAQUE FOR							SiO ₂ (K)	Al ₂ O ₃ (K)	Fe ₂ O ₃ (K)	Equivalente de acidez	
			H ₂ SO ₄ (1:1)				NaOH (0,8%)							
	1,09	0,09	12	12,3	10,0	2,6	0,52		0,06	2,09	1,79	6,04	1	13,3
	0,77	0,09	9	16,2	13,6	3,3	0,69		0,07	2,02	1,75	6,47	1	14,6
	0,57	0,08	7	16,9	13,7	3,6	0,72		0,06	2,10	1,79	5,97	1	14,3
	0,51	0,07	7	21,0	17,7	4,5	0,93		0,05	2,02	1,73	6,17	1	17,5
	0,50	0,04	12	21,9	18,6	4,8	0,96		0,05	2,00	1,72	6,08	2	17,7

PERFIL D2

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Amostra de labor. n.º:

Horizonte		Fração de amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH coloidal) %				Argila dispersa em água %	Ordo de flocculação %	% Silte		Densidade g/cm ³		Porosidade (volume)
Índice	Profundidade em	Deixeira > 20 mm	Calcário 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,75 mm	Areia fina 0,25-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm			% Silte	% Argila	Aparente	Real	
II C2 cm	129-161	52	6	42	40	13	4	43	39	9	0,09	-	2,59	-	
II C3 cm	-195 ⁺	0	9	91	54	10	2	34	30	12	0,06	1,59	2,63	39	
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sorção (mg/100g)									Vácuo (sat. Ca base) %	100Al + ... S + Al + ...	P absorvível (µm)	
	Água	KCl 1M	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor B (somc)	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Valor T (somc)					
	6,1	5,4	1,66	0,46	0,02	0,05	2,19	0	0,2	2,4	92	0	1		
	6,0	5,4	1,06	0,40	0,01	0,03	1,5	0	0,2	1,7	88	0	<1		
Horizonte	C (orgânica) %	N %	C/N	ATAQUE POR						SO ₂ / Al ₂ O ₃ (K)	SiO ₂ / (Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃) (K)	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃ (K)	120 Na ⁺ / 100 Na ⁺	Equivalente da unidade	
				H ₂ CO ₄ (1:1)			NaOH (0,5%)								
	0,32	0,03	11	SO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	2,05	1,73	5,46	2	15,5	
	0,23	0,04	6	15,0	11,7	2,9	0,80		0,05	2,18	1,88	6,33	2	11,5	

PERFIL Q3

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Amostra de labor. n.º:

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH aquosa) %				Argila dispersa em água %	Grau de flocculação %	% Siltos	Densidade g/cm ³		Porosidade % (normal)
Barbete	Profundidade cm	Colheitas > 20 mm	Colheitas 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,05 mm	Siltos 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				% Argila	Aparente	
Ap	0-11	0	1	99	35	15	3	47	38	19	0,06	1,36	2,58	47
A3	-36	0	1	99	33	14	3	50	43	14	0,06	1,45	2,60	44
B1	-52	0	0	100	30	14	3	53	46	13	0,06	1,38	2,63	48
B21	-97	0	1	99	29	15	4	52	25	52	0,08	1,48	2,64	44
B22	-125	0	1	99	30	15	3	52	0	100	0,06	1,48	2,63	44
Horizonte	pH (2,5)		Complexo sorção meq/100g								Valor V (est. eq. base) %	100Al+++ S+Al+++	Porosidade Cumul.	
	Agua	KCl 1N	Ca++	Mg++	K+	Na+	Valor S (total)	Al+++	H+	Valor T (total)				
	4,7	4,0	0,76	0,66	0,10	0,03	1,6	1,0	4,0	6,6	24	38	4	
	4,9	4,1	1,07	0,67	0,04	0,04	1,8	0,9	4,0	6,7	27	33	8	
	4,6	4,1	0,69	0,56	0,02	0,03	1,3	1,2	3,9	6,4	20	48	2	
	4,4	4,0	0,61	0,51	0,02	0,03	1,2	1,4	3,0	5,6	21	54	1	
	4,5	4,0	0,56	0,56	0,01	0,03	1,2	1,1	2,4	4,7	26	48	<1	
Horizonte	C (orgânico) %	H %	C/K	ATAQUE POR						ED1 Al ₂ O ₃ (%)	SI O ₂ Si ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Equivalente de sílica	
				H ₂ CO ₄ (5%)			NaOH (0,8%)							
	1,14	0,09	13	CO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
	1,16	0,09	13	18,4	15,5	3,1	0,74		0,05	2,02	1,79	7,85	<1	16,4
	0,84	0,09	9	20,8	16,5	3,2	0,78		0,04	2,14	1,91	8,10	<1	18,8
	0,70	0,05	14	19,7	16,6	3,3	0,85		0,05	2,02	1,79	7,90	<1	20,0
	0,39	0,03	13	20,4	17,3	3,4	0,89		0,05	2,00	1,78	7,99	<1	19,4
				23,4	19,0	3,7	0,92		0,04	2,09	1,86	8,06	<1	18,4

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL 03

Amostra de labor. n.º:

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH calco) %				Argila dispersa em água %	Grau de flocculação %	% Silte	Densidade g/cm ³		Porosidade % (volume)	
Etiqueta	Profundidade em	Calcário > 20 mm	Calcário 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				% Argila	Aparente		Real
B23	125-144	0	1	99	29	16	4	51	0	100	0,08	1,48	2,62	43	
B3	-167	0	1	99	29	13	5	53	0	100	0,09	1,40	2,62	47	
C1	-190 ⁺	0	1	99	29	11	3	57	0	100	0,05	1,35	2,64	49	
1a. cam.	300-350	0	15	85	28	11	4	57	0	100	0,07		2,62		
2a. cam.	-390	39	21	40	34	10	4	52	0	100	0,08		2,63		
3a. cam.	-420 ⁺	41	32	27	49	9	1	41	0	100	0,02		2,64		
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo fértil meq/100g								Val. V (meq/100g)	100 Al ⁺⁺⁺ S + Al ⁺⁺⁺	P disponível (ppm)		
	Água	KCl 1N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (normal)	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Valor T (normal)					
	4,5	4,0	0,56	0,38	0,01	0,02	1,0	1,1	2,0	4,1	24	52	1		
	4,4	4,1	0,41	0,20	0,01	0,02	0,6	1,1	2,1	3,8	16	65	1		
	4,4	4,0	0,41		0,01	0,02	0,4	1,2	1,7	3,3	12	75	1		
	4,4	4,1	0,46	0,60	0,09	0,11	1,3	0,3	1,5	3,1	42	19	1		
	4,5	4,1	0,66	0,40	0,05	0,03	1,1	0,3	1,6	3,0	37	21	1		
	4,8	4,6	0,55	0,46	0,01	0,04	1,1	0,1	1,0	2,2	50	8	1		
Horizonte	C orgânico %	N %	C/N	ATAQUE POR						SiO ₂ (M)	SiO ₂ (K)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	Equivalentes de unidade		
				H ₂ CO ₄ (1:1)				NaOH (0,84)						Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
	0,39	0,03	13	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	2,04	1,81	7,85	<1	18,5	
	0,30	0,03	10	23,4	19,0	3,7	0,93			0,04	2,09	1,86	8,06	<1	19,7
	0,31	0,03	10	25,3	19,0	4,0	0,96			0,05	2,26	1,99	7,46	<1	20,7
	0,38			24,2	19,0	5,5	0,99			0,05	2,17	1,83	5,42	3	18,5
	0,37			19,1	15,2	5,7	0,96			0,05	2,14	1,72	4,19	1	17,6
	0,13			18,5	14,9	4,4	0,96			0,04	2,11	1,77	5,32	2	13,5

PERFIL 04

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Amostra de labor. n.º:

Horizonte		Fração de amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH catión)				Argila máxima em água %	Grau de flocculação %	% Silte	Densidade (g/cm ³)		Porosidade % (volúme)	
Etiqueta	Profundidade cm	Calheira > 20 mm	Canoteiro 20-2 mm	Terra Fina < 2 mm	Areia grossa 0,25-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,075 mm	Silte 0,075-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				% Argila	Aparente		Real
Ap	0-13	0	0	100	44	25	6	25	15	40	0,24	1,46	2,59	44	
A3	13-29	0	1	99	43	23	4	30	23	23	0,13	1,47	2,62	44	
B1t	-40	0	0	100	39	23	6	32	28	12	0,19	1,57	2,64	41	
B21t	-65	0	0	100	36	20	4	40	33	17	0,10	1,59	2,64	40	
B22	-109	0	1	99	37	20	5	38	31	18	0,13	1,51	2,63	43	
Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sorção mg/100g									Valor C (est. Ca base) %	100Al + ... S + Al + ...	P disponível mg/100g	
	Acua	KCL 1M	Ca ++	Mg ++	K +	Na +	Valor 8 (soma)	Al +++	H +	Valor 7 (soma)					
	4,7	3,9	1,02	0,58	0,05	0,01	1,7	0,8	3,9	6,4	27	32	3		
	4,5	3,8	0,61	0,46	0,03	0,02	1,1	1,1	3,5	5,7	19	50	2		
	4,5	3,8	0,46	0,30	0,02	0,01	0,8	1,2	2,8	4,8	17	60	1		
	4,3	3,8	0,35	0,26	0,01	0,01	0,6	1,4	2,0	4,0	15	70	1		
	4,4	3,9	0,30	0,31	0,01	0,01	0,6	1,2	1,5	3,3	18	67	1		
Horizonte	C (orgânico) %	N %	C/N	ATAQUE POR						S.O ₂ Al ₂ O ₃ (Kl)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (K)	Equivalente de acidez		
				H ₂ SO ₄ (1:1)				NaOH (0,5N)							
	1,14	0,09	13	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	0,05	2,13	1,9	7,94	<1	12,3
	0,92	0,10	9	10,8	8,6	1,7	1,02			0,05	2,29	2,04	8,10	<1	12,3
	0,62	0,05	12	13,2	9,8	1,9	1,00			0,05	2,16	1,94	9,03	<1	12,9
	0,36	0,03	12	14,6	11,5	2,0	1,21			0,06	2,30	2,07	8,87	<1	14,3
	0,35	0,02	17	17,6	13,0	2,3	1,38			0,05	2,02	1,81	8,78	<1	13,3

PERFIL 04

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Amostra de labor. n.º:

Horizonte		Fração da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH calçoni) %				Argila dispersa em água %	Branco de locução %	% Silt + % Argila	Densidade (g/cm ³)		Porosidade (volume)
Parcela	Profundidade cm	Calhaus > 20 mm	Calçada 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silt 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				Aparente	Real	
B23	109-148	0	0	100	35	19	3	43	0	100	0,07	1,54	2,63	41
B3	148-180	0	0	100	34	19	5	42	0	100	0,12	1,44	2,64	45
Horizonte	pH (1:2,5)		Composto sorvivo (mg/100g)									Valor Y (sat. de bases) %	100A / (S+Al) %	Porosidade (m)
	Água	KCl 1N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (norm)	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Valor Y (norm)				
	4,3	3,8	0,25	0,21	0,01	0,02	0,5	1,1	1,3	2,9	17	69	1	
	4,3	3,8	0,46	0,01	0,02	0,5	1,0	1,2	2,7	18	67	1		
Horizonte	C (orgânico) %	H %	C/N	ATAQUE POR						SO ₂ Al ₂ O ₃ (K)	Cl O ₂ R ₂ O ₃ (K)	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ (K)	Porosidade (m)	Equivalência g em cada
				H ₂ CO ₄ (1:1)			HNO ₃ (0,8%)							
	0,27	0,02	13	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	1,97	1,78	9,42	1	14,6
	0,29	0,02	14	17,4	15,0	2,5	1,40		0,06	1,96	1,77	9,29	1	14,5

PERFIL 05

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Amostra de labor. n.º:

Horizonte		Frequência da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (determinada com NaOH catiónico) %				Argila plástica em água %	Grande agregação %	% Silte		Densidade g/cm ³		Porosidade (volumen)
Blanco	Profundidade cm	Colheita > 20 mm	Carvalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Argila 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm			% Silte	% Argila	Aparente	Real	
Ap	0-17	0	0	100	62	16	5	17	15	12	0,29	1,36	2,60	48	
A3	-36	0	0	100	45	22	3	30	26	13	0,10	1,61	2,62	39	
B1t	-46	0	0	100	39	22	4	35	31	11	0,11	1,65	2,62	37	
B21t	-81	0	0	100	34	20	3	43	38	12	0,07	1,61	2,63	39	
B22	-110	0	0	100	31	20	3	46	41	11	0,07	1,60	2,63	39	
Horizonte	pH (1:2,5)		Cátions sorvíveis mg/kg/100g									Valor V (test. de bases)	100 Al +++	S + Al +++	F. equivalente Alum
	Água	KCL 1N	Ca ++	Mg ++	K +	Na +	Veloc. (cm/h)	Al +++	H +	Valor T (normal)					
	5,2	4,2	1,21	0,81	0,04	0,02	2,1	0,2	2,0	4,3	49	9	4		
	5,0	3,9	1,16	0,66	0,01	0,02	1,9	0,3	1,7	3,9	49	14	1		
	5,1	4,1	1,32	0,81	0,01	0,02	2,2	0,3	2,1	4,6	48	12	1		
	5,2	4,1	1,42	0,91	0,01	0,02	2,4	0,3	2,8	5,5	44	11	1		
	5,0	4,1	1,22	0,81	0,01	0,03	1,4	0,6	2,8	4,8	29	30	1		
Horizonte	C (orgânico) %	N %	C/N	ATAQUE/FOR						SiO ₂ (K)	SiO ₂ (K)	Al ₂ O ₃ (K)	Al ₂ O ₃ (K)	Equivalente da sílica	
				H ₂ CO ₄ (1:1)			NaOH (0,8%)								Al ₂ O ₃ (K)
	0,81	0,07	12	7,2	5,7	1,7	1,02		0,08	2,15	1,80	5,26	<1	8,3	
	0,54	0,07	8	10,1	9,0	2,2	1,26		0,05	1,91	1,65	6,42	<1	11,1	
	0,51	0,04	13	13,6	11,3	2,6	1,44		0,06	2,05	1,78	6,82	<1	12,9	
	0,54	0,03	18	14,7	13,4	3,1	1,48		0,09	1,86	1,62	6,79	<1	14,7	
	0,41	0,03	14	16,5	14,4	3,1	1,58		0,06	1,95	1,71	7,29	<1	15,5	

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

PERFIL 05

Amostra de labor. n.º:

Horizonte		Frações de amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH a 60°C) %				Argila dispersa em água %	Grau de flocculação %	% Silte	Densidade g/cm ³		Porosidade % (volumet)	
Etiqueta	Profundidade cm	Colheita > 20 ml	Gasolina 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,075 mm	Silte 0,075-0,002 mm	Argila < 0,002 mm				% Argila	Aparente		Real
B23	110-140	0	0	100	31	20	6	43	38	12	0,14	1,55	2,65	42	
B3	-190 ⁺	0	0	100	33	20	5	42	21	50	0,12	1,45	2,65	45	
Horizonte	pH (1:2,5)		Capacidade catiônica meq/100g									Valor V (sent. de base) %	100Al+++ S+Al+++	Porosidade g/cm ³	
	Água	KCl 1N	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (horiz)	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Valor T (total)					
	4,6	3,9	0,46	0,66	0,01	0,02	1,1	1,0	2,2	4,3	26	48	1		
	4,5	3,9	0,30	0,30	0,01	0,02	0,6	0,9	1,6	3,1	19	60	1		
Horizonte	C (orgânico) %	N %	C/N	ATAQUE POR H ₂ CO ₄ (1:1)						NaOH (0,6N)		SO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Equivalente orgânico
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Al ₂ O ₃ (R)	SiO ₂ (R)	Al ₂ O ₃ (R)	Fe ₂ O ₃ (R)		
	0,40	0,03	13	15,5	14,1	3,4	1,61		0,04	1,88	1,63	6,46	<1	15,2	
	0,31	0,02	16	15,1	13,2	3,4	1,55		0,06	1,94	1,67	6,09	<1	14,7	

APENDICE 3

ANÁLISES MINERALÓGICAS

Mineralogia das frações areia fina e areia grossa, cascalhos e calhaus

Perfil 1

Horizonte Ap

CASCALHOS - 98% de quartzo; grãos angulosos e sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, amarelos e avermelhados; brilhantes e foscos; 2% de material ferruginoso, alguns com inclusão de grãos de quartzo.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos, de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; traços de material ferruginoso, minerais opacos (ilmenita), carvão e detritos.

AREIA FINA - 93% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 1% de detritos e carvão; traços de material ferruginoso, opacos e turmalina.

Horizonte A3

CASCALHO - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície ir-

regular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos 1% de material ferruginoso, alguns com inclusão de quartzo.

AREIA FINA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, minerais opacos, turmalina, carvão e detritos.

AREIA FINA - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 1% de detritos e carvão; traços de material ferro-argiloso, opacos e turmalina.

Horizonte Alb

CASCALHO - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; traços de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, opacos (ilmenita), carvão e detritos.

AREIA FINA - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes

e foscas; 1% de carvão e detritos; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, minerais opacos e turmalina.

Horizonte A3b

CASCALHO - Composição semelhante à da amostra anterior.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscas; traços de material ferruginoso e ferro-argilo, opacos, magnetita, carvão e detritos.

AREIA FINA - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscas; 1% de carvão e detritos; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, opacos, turmalina e rutilo.

Horizonte B1t

CASCALHO - 90% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscas; 10% de material ferruginoso, alguns com inclusão de grãos de quartzo, e material ferro-argiloso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscas; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, opacos (ilmenita), turmalina, magnetita, carvão e detritos

AREIA FINA - 100% de quartzo; de natureza mineralógica semelhante à da amostra anterior; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, opacos, turmalina, magnetita, carvão e detritos.

Horizonte B2lt

CASCALHO - 70% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 30% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; de natureza mineralógica semelhante à da amostra anterior; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, opacos, turmalina, carvão e detritos.

AREIA FINA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, opacos, turmalina, rutilo, carvão e detritos.

O material ferruginoso que compõe a fração cascalho, quando triturado em almofariz, apresenta a seguinte composição: grãos de quartzo, angulosos, de superfície irregular, incolores, brilhantes e foscos; material ferro-argiloso de coloração amarelada a avermelhada.

Horizonte B22

CASCALHO - 80% de quartzo; de natureza mineralógica semelhante à da amostra anterior; 20% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; traços de material ferro-argiloso, opacos, turmalina, magnetita, carvão e detritos.

AREIA FINA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; traços de material ferro-argiloso, opacos, turmalina, rutilo, carvão e detritos.

Horizonte B3

CASCALHO - 85% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 15% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, opacos, turmalina e detritos.

AREIA FINA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da fração areia grossa; traços de material ferro-argiloso, opacos, rutilo, zircão, turmalina e detritos.

Horizonte C1

CASCALHO - 94% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; 6% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; traços de material ferruginoso, minerais opacos (ilmenita), turmalina e detritos.

AREIA FINA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; traços de material ferro-argiloso, opacos, turmalina, rutilo e detritos.

Horizonte C2

CASCALHO - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e alguns avermelhados; brilhantes e foscos; 1% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da fração cascalho; traços de material ferro-argiloso, opacos, turmalina e detritos.

AREIA FINA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da fração cascalho; traços de material ferro-argiloso, minerais opacos, turmalina, zircão e detritos.

Perfil 2

Horizonte Ap

CASCALHO - 93% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados: brilhantes e foscos; 6% de material ferruginoso, com inclusão de grãos de quartzo; 1% de carvão.

AREIA GROSSA - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 1% de carvão e detritos; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, minerais opacos (ilmenita) e turmalina.

AREIA FINA - 98% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores e alguns amarelados e avermelhados; brilhantes; 2% de carvão e detritos; traços de material ferro-argiloso, opacos, turmalina e rutilo.

Horizonte A3

CASCALHO - 96% de quartzo; grãos angulosos, poucos sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados, poucos cinzentos; brilhantes e foscos; 4% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da

amostra anterior; traços de material ferro-argiloso, opacos, material ferruginoso, turmalina, carvão e detritos.

AREIA FINA - 99% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; 1% de minerais opacos; traços de material ferro-argiloso, turmalina, rutilo, carvão e detritos.

Horizonte B1

CASCALHO - 90% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 10% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da fração cascalho; traços de material ferruginoso, opacos, turmalina, carvão e detritos.

AREIA FINA - Composição semelhante à da amostra anterior.

Horizonte B2

CASCALHO - 86% de quartzo; grãos angulosos, poucos subangulares, superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 14% de material ferruginoso, hematítico com inclusão de grãos de quartzo.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilha-

tes e foscas; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, opacos, turmalina, rutilo e detritos.

AREIA FINA - 98% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, poucos grãos amarelados e avermelhados; brilhantes; 1% de minerais opacos; 1% de material Ferro-argiloso; traços de turmalina, rutilo e detritos.

Horizonte H Cl cn

CALHAU - 100% de material ferruginoso constituído de: grãos de quartzo angulares, incolores e brilhantes; material hematítico e material argiloso.

CASCALHO - 90% de material ferruginoso, hematítico e com inclusão de grãos de quartzo; 10% de quartzo; grãos angulosos, alguns sub-arredondados e raros arredondados, de superfícies irregular e regular; incolores, amarelados e poucos avermelhados; brilhantes e foscas.

AREIA GROSSA - 96% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e alguns avermelhados; brilhantes e foscas; 4% de material ferruginoso (ilmenita), turmalina, magnetita e detritos.

AREIA FINA - 97% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e poucos avermelha-

dos; brilhantes; 2% de material ferro-argiloso; 1% de minerais opacos (ilmenita); traços de turmalina, rutilo, detritos e carvão.

Horizonte H C2 cn

CALHAU - 100% de material ferruginoso, de composição semelhante a da amostra anterior.

CASCALHO - 53% de material ferruginoso; 47% de quartzo; grãos angulosos e sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e poucos avermelhados; brilhantes e foscos.

AREIA GROSSA - 98% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; 2% de material ferruginoso com inclusão de grãos de quartzo; traços de materia ferro-argiloso e argiloso, turmalina e detritos.

AREIA FINA - 94% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; 5% de material ferro-argiloso; 1% de minerais opacos; traços de turmalina, rutilo, carvão e detritos.

Horizonte H C3 cn

CASCALHO - 58% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 42% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 99% de quartzo; descrição semelhante à da fração cascalho; 1% de material ferruginoso; traços de material ferro-argiloso, opacos e detritos.

AREIA FINA - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e poucos avermelhados; brilhantes; 1% de material ferro-argiloso; traços de material argiloso, opacos, turmalina, rutilo, carvão e detritos.

Perfil 3

Horizonte Ap

CASCALHO - 91% de quartzo; grãos angulosos e alguns sub-arredondados, de superfície irregular; incolores, amarelados e poucos avermelhados; brilhantes e foscos; 9% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 1% de carvão e detritos; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, opacos (ilmenita), turmalina e rutilo; ocorrência (um exemplar) de agregado silicoso de coloração branca.

AREIA FINA - 96% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e avermelhados; brilhantes; 3% de carvão; 1% de minerais opacos (ilmenita) traços de material ferro-argiloso, agregado silicoso, turmalina, rutilo e detritos.

Horizonte A3

CASCALHO - 75% de quartzo; grãos angulosos e alguns sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 25% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; traços de material ferruginoso e ferro-argiloso, turmalina opacos, rutilo, magnetita, carvão e detritos.

AREIA FINA - 97% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; 2% de carvão e detritos; 1% de minerais opacos; traços de material ferro-argiloso, turmalina e rutilo.

Horizonte B1

CASCALHO - 96% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; 4% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante à do horizonte Ap; traços de material ferro-argiloso, opacos, rutilo, magnetita, carvão e detritos.

AREIA FINA - 98% de quartzo; descrição semelhante a do horizonte Ap; 1% de minerais opacos (ilmenita); 1% de carvão; traços de material ferro-argiloso e argiloso, rutilo, turmalina e detritos.

Horizonte B21

CASCALHO - 87% de quartzo; grãos angulosos e alguns sub-arredondados, de superfície irregular; incolores, amarelados

e alguns avermelhados; brilhantes e foscos; 13% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e alguns avermelhados; brilhantes e foscos; traços de material ferro-argiloso e argiloso, opacos, rutilo, carvão e detritos.

AREIA FINA - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e avermelhados; brilhantes; 1% de minerais opacos; traços de material ferro-argiloso e argiloso; rutilo, turmalina, carvão e detritos.

Horizonte B22

CASCALHO - 93% de quartzo; grãos angulosos e alguns sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 7% de material ferruginoso, alguns com inclusão de grãos de quartzo.

AREIA GROSSA - 99% de quartzo descrição semelhante a do horizonte anterior; 1% de material ferruginoso; traços de material ferro-argiloso e argiloso, opacos, turmalina, rutilo, carvão e detritos.

AREIA FINA - Composição semelhante à da amostra anterior.

Horizonte B23

CASCALHO - 69% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; 31% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - Composição semelhante à da amostra anterior.

AREIA FINA - Composição semelhante a do horizonte B21.

Horizonte B3

CASCALHO - 57% de quartzo; descrição semelhante a do horizonte B22; 43% de material ferruginoso com inclusão de grãos de quartzo.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e alguns avermelhados; brilhantes e foscos; traços de material ferruginoso e material argiloso, opacos, turmalina, rutilo e detritos.

AREIA FINA - Composição semelhante a do horizonte B21.

Horizonte C1

CASCALHO - 78% de quartzo; grãos angulosos e alguns sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 22% de material ferruginoso com inclusão de grãos de quartzo.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; traços de material ferruginoso, ferro-argiloso e argiloso, opacos, turmalina, rutilo e detritos.

AREIA FINA - 97% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e avermelhados; brilhantes; 2% de material argiloso, de cor amarelada; 1% de opacos; traços de material ferro-argiloso, rutilo e turmalina.

Complemento ao Perfil 3

1ª Camada

CASCALHO - 92% material ferruginoso, hematítico, com inclusão de grãos de quartzo, e goetítico; 8% de quartzo; grãos angulosos e sub-angulosos, de superfície irregular; incolores e amarelados; brilhantes e foscas.

AREIA GROSSA - 78% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores e amarelados; alguns avermelhados; brilhantes e foscas; 20% de material ferruginoso hematítico e goetítico com inclusão de quartzo; 2% de material ferro-argiloso; traços de material argiloso, minerais opacos (ilmenita) turmalina, carvão e detritos.

AREIA FINA - 65% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, poucos amarelados e avermelhados; brilhantes; 35% de material ferro-argiloso e argiloso; traços de opacos, rutilo, turmalina e detritos.

2ª Camada

CALHAU - 100% de material ferruginoso hematítico e goetítico, com inclusão de grãos de quartzo, e material ferro-argiloso.

CASCALHO - 85% material ferruginoso; 15% de quartzo; descrição semelhante à da primeira camada.

AREIA GROSSA - 73% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e poucos avermelhados; brilhantes e foscos; 24% de material ferruginoso; 3% de material ferro-argiloso; traços de material argiloso, opacos, turmalina e detritos.

AREIA FINA - 70% de quartzo; descrição semelhante à da primeira camada; 30% de material ferro-argiloso; traços de material argiloso, opacos, rutilo, turmalina e detritos.

3^a camada

CALHAU - Composição semelhante à da 2^a camada.

CASCALHO - 90% de material ferruginoso; 10% de quartzo descrição semelhante à da primeira camada.

AREIA GROSSA - 93% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, brancos e poucos amarelados; brilhantes e foscos; 7% de material ferruginoso e ferro-argiloso; traços de material argiloso, opacos, turmalina, carvão e detritos.

AREIA FINA - 84% de quartzo; descrição semelhante à da primeira camada; 15% de material ferro-argiloso e argiloso; 1% de minerais opacos; traços de rutilo e turmalina.

Perfil 4

Horizonte Ap

CASCALHO - 100% de quartzo; grãos angulosos e alguns sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, poucos avermelhados e cinzentos; brilhantes e foscos.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados, avermelhados e poucos cinzentos; brilhantes e foscos; traços de material ferro-argiloso, opacos; turmalina, rutilo, zircão, carvão e detritos.

AREIA FINA - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e avermelhados; brilhantes; 1% de minerais opacos; traços de material ferro-argiloso, rutilo, turmalina, carvão e detritos.

Horizonte A3

CASCALHO - 36% de quartzo; descrição semelhante a areia grossa do horizonte Ap; 3% de material ferruginoso com inclusão de grãos de quartzo; 1% de turmalina.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante a do horizonte Ap; traços de material ferro-argiloso, opacos, rutilo, turmalina, espinélio, carvão e detritos.

AREIA FINA - Composição semelhante a do horizonte Ap.

Horizonte B1t

CASCALHO - 97% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; 3% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante a do horizonte Ap; traços de opacos, turmalina, rutilo, espinélio e detritos.

AREIA FINA - Composição semelhante a do horizonte Ap.

Horizonte B21t

CASCALHO - 98% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular incolores, amarelados, avermelhados; brilhantes e foscos; 2% de material ferruginoso com inclusão de grãos de quartzo.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados, avermelhados e alguns cinzentos; brilhantes e foscos; traços de material ferruginoso, opacos, rutilo, turmalina e detritos.

AREIA FINA - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e avermelhados; brilhantes; 1% de minerais opacos (ilmenita); traços de material ferro-argiloso, rutilo, turmalina e detritos.

Horizonte B22

CASCALHO - Composição semelhante à da amostra anterior, com grãos de quartzo angulosos e sub-angulosos.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; traços de material ferruginoso, opacos, turmalina, espinélio, rutilo, carvão e detritos.

AREIA FINA - Composição semelhante à da amostra anterior.

Horizonte B23

CASCALHO - 99% de quartzo; descrição semelhante a do horizonte B21; 1% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante a do horizonte B21; traços de material ferruginoso, opacos, rutilo e detritos.

AREIA FINA - 93% de quartzo; descrição semelhante a do horizonte B21; 1% de minerais opacos (ilmenita); traços de material ferro-argiloso, rutilo e detritos.

Horizonte B3

CASCALHO - 96% de quartzo; grãos angulosos e sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 4% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados, avermelhados e alguns cinzentos; brilhantes e foscos traços de material ferro-argiloso, opacos, rutilo e detritos.

AREIA FINA - 99% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e avermelhados; brilhantes; 1% de minerais opacos; traços de material ferro-argiloso, rutilo e detritos.

Perfil 5

Horizonte Ap

CASCALHO - 95% de quartzo; grãos angulosos e alguns sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, amarelados e poucos avermelhados e cinzentos; brilhantes e foscos; 4% de material ferruginoso; 1% de material ferro-argiloso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhante e foscos; traços de material ferruginoso, opacos, rutilo, espinélio, carvão e detritos.

AREIA FINA - 98% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e avermelhados; brilhantes; 2% de minerais opacos; traços de material ferro-argiloso, rutilo, espinélio, carvão e detritos.

Horizonte A3

CASCALHO - 94% de quartzo; grãos angulosos e sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e alguns foscos; 6% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos e poucos sub-arredondados, superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e poucos grãos foscos; traços de material ferro-argiloso, opacos, espinélio, carvão e detritos.

AREIA FINA - 99% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; 1% de opacos; traços de material ferro-argiloso, rutilo e detritos.

Horizonte B1t

CASCALHO - 97% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; 2% de material ferro-argiloso; 1% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados, poucos cinzentos; brilhantes e foscos; traços de material ferro-argiloso, minerais opacos (ilmenita), rutilo e detritos.

AREIA FINA - Composição semelhante a do horizonte Ap.

Horizonte B21t

CASCALHO - 99% de quartzo; grãos angulosos e sub-angulosos, de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos (alguns grãos sub-arredondados e foscos); 1% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; traços de material ferro-argiloso, opacos, espinélio e detritos.

AREIA FINA - 98% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, alguns amarelados e avermelhados; brilhantes; 2% de minerais opacos (ilmenita); traços de material ferro-argiloso, rutilo e detritos.

Horizonte B22

CASCALHO - 100% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados, poucos cinzentos; brilhantes e foscos; traços de material ferro-argiloso, opacos e detritos.

AREIA FINA - Composição semelhante à da amostra anterior.

Horizonte B23

CASCALHO - 85% de quartzo; grãos angulosos e sub-angulosos, poucos sub-arredondados, de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados; brilhantes e foscos; 15% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; descrição semelhante à da amostra anterior; traços de material ferro-argiloso, opacos, rutilo, espinélio e detritos.

AREIA FINA - 98% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores e alguns amarelos e avermelhados; brilhantes; 2% de minerais opacos; traços de material ferro-argiloso e argiloso, rutilo e detritos.

Horizonte B3

CASCALHO - 95% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados, alguns cinzentos; brilhantes e foscos; 5% de material ferruginoso.

AREIA GROSSA - 100% de quartzo; grãos angulosos de superfície irregular; incolores, amarelados e avermelhados, alguns cinzentos; brilhantes e foscos; traços de material ferruginoso, opacos e espinélio.

AREIA FINA - 98% de quartzo; descrição semelhante à amostra anterior; 2% de minerais opacos; traços de material ferro-argiloso e rutilo.