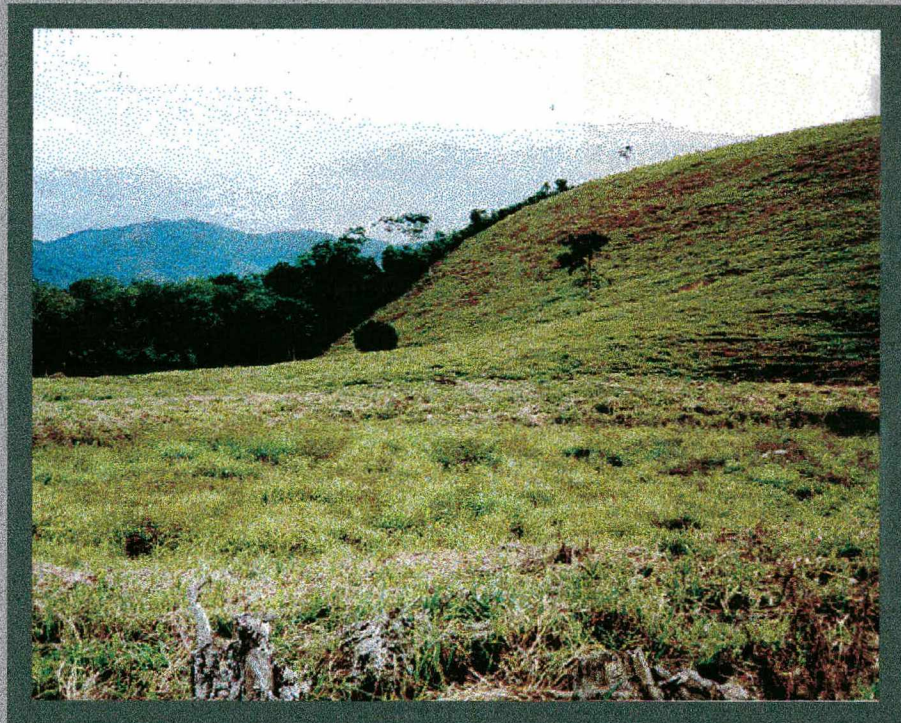
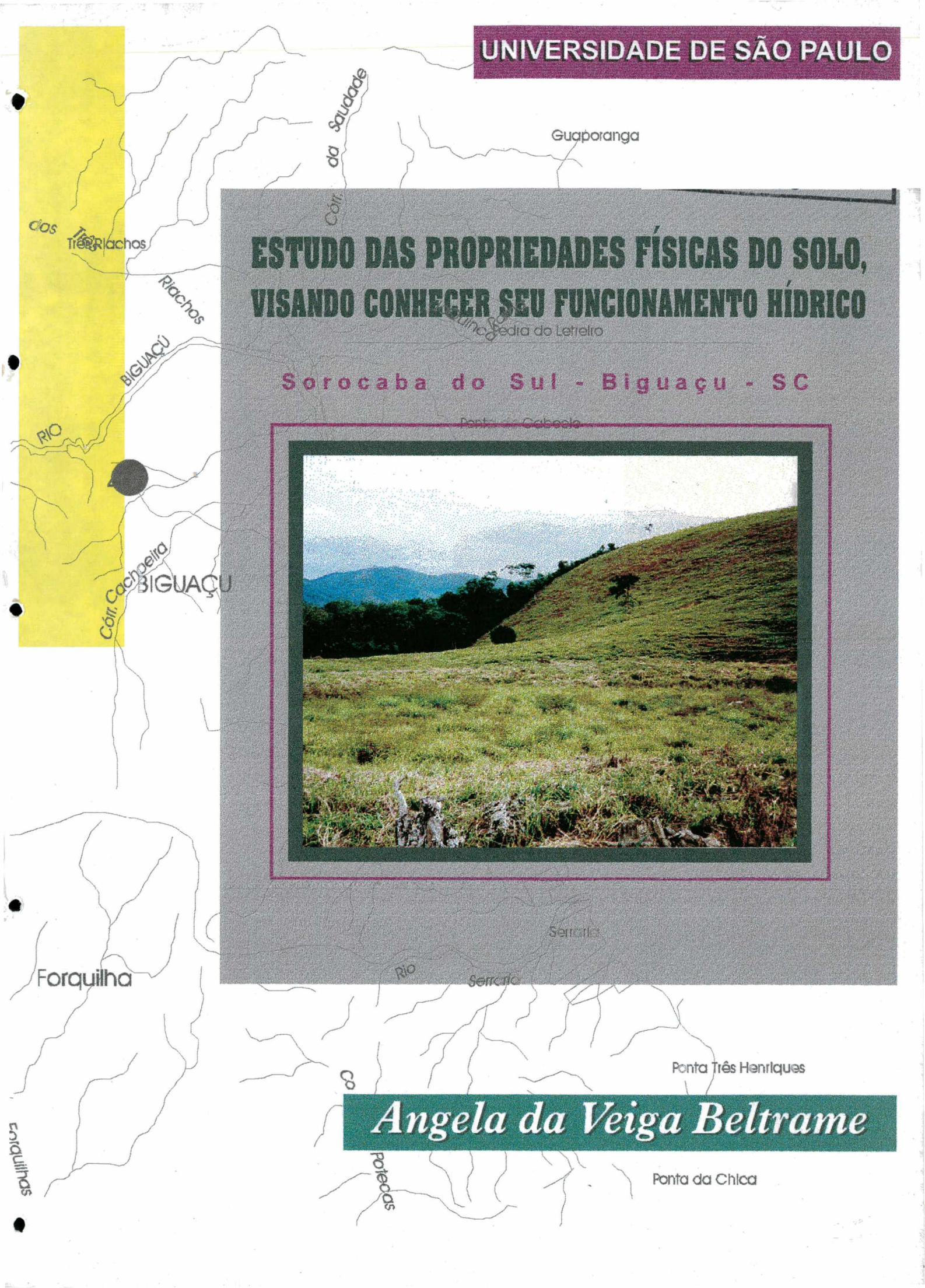


# ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO, VISANDO CONHECER SEU FUNCIONAMENTO HÍDRICO

Sorocaba do Sul - Biguaçu - SC



Angela da Veiga Beltrame



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO  
SOLO, VISANDO CONHECER SEU  
FUNCIONAMENTO HÍDRICO  
(Sorocaba do Sul/Biguaçu/SC).**

**ANGELA DA VEIGA BELTRAME**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Geografia Física.

**ORIENTADOR: PROF. DR. JOSÉ PEREIRA DE QUEIROZ NETO**

SÃO PAULO, 1997.

Dedico este trabalho a Elpidio meu esposo, e aos nossos  
filhos, Eduardo, Isabel (in memoriam) e Beatriz, que  
nasceram durante esta jornada.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Pereira de Queiroz Neto, pela amizade, compreensão e dedicação na orientação deste trabalho.

Aos Professores Doutores Joel Pellerin, Sidineide Manfredini, Sandra Furtado e Marcelo A. Teixeira de Oliveira, pelo apoio e orientação .

Ao Prof. Dr. Antônio C. Moniz, pelo apoio nas análises mineralógicas.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Scheibe e Professoras Neide Oliveira de Almeida e Maria Dolores Buss, pelo estímulo à inicialização deste trabalho.

Aos colegas do Departamento de Geociências da UFSC, em especial aos Professores Dr. Alceu Ranzi, Maria Lúcia de Paula Hermann, Ewerthon Vieira Machado e Edna Lindaura Luiz.

Ao Sr. Edmar e aos bolsistas Gilson João de Oliveira, Arnaldo Senen Cardoso, Rui Ávila Wolff e Paulo Grando pela seriedade no desenvolvimento dos trabalhos de campo e laboratório.

À EPAGRI - Departamento de Recursos Naturais e Centro de Tecnologia Agrícola do Oeste Catarinense, em nome do Eng. Agr. Ivan Tadeu Baldissera.

A Coordenadoria de Pós-Graduação em Geografia Física da USP e às funcionárias Fumiko e Ana.

Ao COSEAS-USP, por todo apoio de hospedagem.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida.

À FAPEU - Fundação de Amparo à Pesquisa Universitária/UFSC, pelo apoio na administração dos recursos financeiros, para a realização dos trabalhos de campo.

Ao Numa - Núcleo de Manutenção da UFSC pela confecção de equipamentos.

Ao Sr. Arlindo Corrêa, proprietário do terreno onde foram realizados os trabalhos de campo.

Ao Sr. Antônio e Dona Catarina moradores do Canto do Januário, pela amizade e colaboração.

Ao amigo Ricardo Padilha, pelo apoio na diagramação e impressão do texto final.

Ao amigo e cunhado Arquiteto Joel Pacheco pela produção da capa.

E finalmente, aos meus pais pela dedicação à minha formação e às minhas irmãs Eliane e Ada Maria pelo estímulo.

E em especial à Elpídio meu esposo, pelo apoio nos momentos difíceis e no acompanhamento do trabalho, à Eduardo, meu filho, por tanta compreensão e paciência.

## SUMÁRIO

### LISTA DE ANEXOS

### LISTA DE FIGURAS

### RESUMO

### Apresentação

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1. O ESTUDO DOS SOLOS EM SANTA CATARINA E A ANÁLISE ESTRUTURAL.....	11
1.2. QUADRO NATURAL E OCUPAÇÃO.....	25
1.3. ASPECTOS METODOLÓGICOS GERAIS.....	32
1.3.1. <i>Caracterização da Cobertura Pedológica em Campo.....</i>	<i>32</i>
1.3.2. <i>Caracterização do Solo em Laboratório.....</i>	<i>34</i>
1.3.3. <i>Caracterização do Comportamento Hidrico do Solo.....</i>	<i>35</i>
1.3.4. <i>Organização dos Dados e Cartografia.....</i>	<i>36</i>
<b>2. ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DA COBERTURA PEDOLÓGICA.....</b>	<b>37</b>
2.1. CARACTERIZAÇÃO DE CAMPO.....	37
2.1.1. <i>Os solos do topo com depressões.....</i>	<i>37</i>
2.1.2. <i>Solos da Vertente e Baixada.....</i>	<i>43</i>
2.1.3. <i>Síntese dos Principais Aspectos sobre a Caracterização de Campo.....</i>	<i>49</i>
2.2. CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS.....	55
2.2.1. <i>Granulometria.....</i>	<i>55</i>
2.2.1.1. <i>Materiais e Métodos.....</i>	<i>55</i>
2.2.2. <i>Resultados e Discussões.....</i>	<i>56</i>
2.2.3. <i>Mineralogia.....</i>	<i>71</i>
2.2.3.1. <i>Materiais e Métodos.....</i>	<i>71</i>
2.2.3.2. <i>Resultados e Discussão.....</i>	<i>72</i>
2.2.4. <i>Caracterização Química.....</i>	<i>79</i>
2.2.4.1. <i>Materiais e Métodos.....</i>	<i>79</i>
2.2.4.2. <i>Resultados e Discussões.....</i>	<i>80</i>
2.2.5. <i>Síntese dos Principais Aspectos sobre a Organização e Estrutura da Cobertura Pedológica.....</i>	<i>82</i>
2.3. ESTUDO DA POROSIDADE.....	84
2.3.1. <i>Porosidade Total.....</i>	<i>89</i>
2.3.1.1. <i>Materiais e Métodos.....</i>	<i>89</i>
2.3.1.2. <i>Resultados e Discussões.....</i>	<i>89</i>
2.3.2. <i>Porosimetria à Mercúrio.....</i>	<i>94</i>
2.3.2.1. <i>Materiais e métodos.....</i>	<i>94</i>
2.3.2.2. <i>Resultados e Discussão.....</i>	<i>95</i>
2.3.3. <i>Características Micromorfológicas.....</i>	<i>103</i>
2.3.3.1. <i>Materiais e métodos.....</i>	<i>103</i>
2.3.3.2. <i>Resultados e Discussão.....</i>	<i>106</i>
2.3.4. <i>Síntese dos Principais Aspectos sobre o Estudo da Porosidade.....</i>	<i>110</i>
<b>3. A ÁGUA NO SOLO.....</b>	<b>114</b>
3.1. PLUVIOMETRIA E VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA DA DEPRESSÃO DE TOPO E VÁRZEA.....	114
3.1.1. <i>Materiais e Métodos.....</i>	<i>114</i>
3.1.2. <i>Resultados e Discussão.....</i>	<i>115</i>

3.2. CARACTERIZAÇÃO HÍDRICA DA COBERTURA PEDOLÓGICA ATRAVÉS DA UMIDADE ATUAL, DA PIEZOMETRIA, DA TENSIOMETRIA E DA CURVA DE RETENÇÃO .....	122
3.2.1. <i>Teor de Umidade Atual</i> .....	122
3.2.1.1. Materiais e Métodos .....	122
3.2.1.2. Resultados e Discussões .....	122
3.2.2. <i>Piezometria</i> .....	125
3.2.2.1. Materiais e Métodos .....	126
3.2.2.2. Resultados e Discussão .....	126
3.2.3. <i>Tensiometria</i> .....	132
3.2.3.1. Materiais e métodos .....	133
3.2.3.2. Resultados e discussão .....	134
3.2.4. <i>Curva de Retenção</i> .....	137
3.2.4.1. Materiais e métodos .....	138
3.2.4.2. Resultados e discussão .....	138
3.2.5. <i>Síntese dos Principais Aspectos sobre a Água no Solo</i> .....	141
<b>4. FUNCIONAMENTO HÍDRICO DA COBERTURA PEDOLÓGICA .....</b>	<b>145</b>
4.1. FUNCIONAMENTO HÍDRICO DA VERTENTE .....	145
4.2. FUNCIONAMENTO HÍDRICO DA BASE DA VERTENTE .....	148
4.3. FUNCIONAMENTO HÍDRICO DA BAIXADA .....	150
4.4. AS ZONAS SECAS AO TATO .....	151
4.5. OS CAMINHOS PREFERENCIAIS DA ÁGUA .....	152
<b>5. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>155</b>

## LISTA DE ANEXOS

Prancha 1: Representação bidimensional da topossequência convexo - côncava.

Prancha 2: Representação bidimensional da topossequência principal.

Prancha 3: Representação dos isovalores de argila na topossequência principal.

Prancha 4: Representação gráfica da precipitação, dos níveis de água da várzea e depressão, dos percentuais do teor de umidade atual dos perfis TD, TB, O, e dos níveis piezométricos.



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Microrregião da Grande Florianópolis e situação de Sorocaba do Sul .....	15
Figura 2: Bacia do rio Inferninho, mostrando a posição do distrito de Sorocaba do Sul, no setor C (cf. ALMEIDA, 1982) .....	16
Figura 3: Carta topográfica, com a delimitação do Canto do Januário e localização das toposseqüência 4 e 6 .....	18
Figura 4: Bloco-diagrama da região onde está inserido o Canto do Januário .....	19
Figura 5: Fotointerpretação da porção média do Vale do Rio Inferninho, com a localização dos trabalhos desenvolvidos nos anos de 1989 e 1990-1994 (Compilado de BOULET, et al., 1991) .....	20
Figura 6: Toposseqüências da colina convexo - côncava, estudadas em 1990-1994; as toposseqüências 4 e 6 abrangem o topo, vertente e baixada .....	21
Figura 7: Compartimentação de parte do setor C (Canto do Januário), segundo HADLICH, (1992), realizado por fotointerpretação e caminhamento de campo .....	24
Figura 8: Etapas sucessivas da análise estrutural de um segmento de transeção sobre uma barra pré-litorânea (BOULET, 1988a) .....	33
Figura 9: Detalhe das toposseqüências 1 e 2 localizadas no topo com depressões fechadas (BELTRAME et al., 1991) .....	39
Figura 10: Topografia da toposseqüência principal .....	45
Figura 11: Representação dos resultados das análises granulométricas do perfil TS .....	58
Figura 12: Representação dos resultados das análises granulométricas do perfil TS1 .....	59
Figura 13: Representação dos resultados das análises granulométricas do perfil TD .....	60
Figura 14: Representação dos resultados das análises granulométricas do perfil TB .....	61
Figura 15: Representação dos resultados das análises granulométricas: a) perfil P; b) perfil L .....	62
Figura 16: Representação dos resultados das análises granulométricas: a) perfil O; b) perfil C .....	63
Figura 17: Representação dos resultados das análises granulométricas: a) perfil TS3; b) perfil A .....	64
Figura 18: Representação dos resultados das análises granulométricas do perfil sob mata (TM) .....	65
Figura 19: Difrátogramas da fração argila do perfil TS1 a 25 <sup>0</sup> C .....	73
Figura 20: Difrátogramas da fração argila do perfil TS1: a) amostra do horizonte 1 a 0-12 cm, com saturação em Mg <sup>++</sup> e etilenoglicol, com saturação em K <sup>+</sup> a 25 <sup>0</sup> C, 350 <sup>0</sup> C e	

550 <sup>0</sup> C; b) amostra do horizonte 3 a 80-90 cm, com saturação em Mg <sup>++</sup> e etilenoglicol, com saturação em K <sup>+</sup> a 25 <sup>0</sup> C, 350 <sup>0</sup> C e 550 <sup>0</sup> C.....	74
Figura 21: Difrátogramas da fração argila do perfil TS1: a) amostra do horizonte 7 a 300 cm, com saturação em Mg <sup>++</sup> e etilenoglicol, com saturação em K <sup>+</sup> a 25 <sup>0</sup> C, 350 <sup>0</sup> C e 550 <sup>0</sup> C; b) amostra do horizonte 7 a 400 cm, com saturação em Mg <sup>++</sup> e etilenoglicol, com saturação em K <sup>+</sup> a 25 <sup>0</sup> C, 350 <sup>0</sup> C e 550 <sup>0</sup> C.....	75
Figura 22: Difrátogramas da fração argila do perfil TB, com saturação em K <sup>+</sup> a 25 <sup>0</sup> C.....	76
Figura 23: Difrátogramas da fração argila do perfil TB: a) amostra do horizonte 4 a 120 cm, com saturação em Mg <sup>++</sup> e etilenoglicol, com saturação em K <sup>+</sup> a 25 <sup>0</sup> C, 350 <sup>0</sup> C e 550 <sup>0</sup> C; b) amostra do horizonte 7 a 275 cm, com saturação em Mg <sup>++</sup> e etilenoglicol, com saturação em K <sup>+</sup> a 25 <sup>0</sup> C, 350 <sup>0</sup> C e 550 <sup>0</sup> C.....	77
Figura 24: Resumo esquemático do alcance das técnicas utilizadas no estudo da porosidade, a denominação e a funcionalidade do poro em relação ao seu tamanho.....	88
Figura 25: Representação dos resultados de porosidade total em relação às frações granulométricas dos perfis: a) TD; b) TB.....	92
Figura 26: Representação dos resultados de porosidade total em relação às frações granulométricas do perfil TM.....	93
Figura 27: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio do horizonte 1 - bruno amarelado escuro com hidromorfia (perfil TD, 11-19 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada....	97
Figura 28: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio do horizonte 1 - bruno amarelado escuro com hidromorfia (perfil TB, 0-8 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada....	98
Figura 29: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio do horizonte 1A - transição (perfil TD, 25-33 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada.....	99
Figura 30: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio do horizonte 2 - bruno amarelado homogêneo (perfil TD, 80-88 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada.....	100
Figura 31: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio, na transição do horizonte 2A - bruno amarelado com hidromorfia e do horizonte 4 - amarelo brunado com hidromorfia (perfil TB, 30-38 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada.....	101
Figura 32: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio do horizonte 4 - amarelo brunado, seco ao tato (perfil TB, 80-88 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada.....	102
Figura 33: Foto do perfil TB 0-8 cm; horizonte superficial Bruno cinzento escuro a Bruno amarelado escuro com hidromorfia; detalhe da maior concentração de esqueletos e da porosidade intergranular de forte intercomunicação.....	108

- Figura 34: Foto do perfil TD 23-33 cm; horizonte superficial Bruno cinzento escuro a Bruno amarelado escuro sem hidromorfia; detalhe da porosidade intergranular e fissural abundante que delimitam agregados; poros com paredes pouco adensadas (ortoporos) 108
- Figura 35: Foto do perfil TS 110-118 cm; horizonte 2 Bruno amarelado homogêneo; detalhe para a porosidade fissural e em câmaras de fraca intercomunicação; predomínio de plasma adensado e esqueleto pouco abundante; poros com paredes lisas (metaporos) 108
- Figura 36: Foto do perfil TS 220-228 cm; horizonte 3 Bruno Vivo; porosidade reduzida em tamanho e quantidade, com fraca intercomunicação; plasma adensado predomina dentre os componentes..... 108
- Figura 37: a) Temperaturas médias mensais (período 1980 a 1994) da Estação Climatológica de Florianópolis (fonte: EPAGRI/GRN - INMET); b) Balanço hídrico do município de Major Gercino (fonte: ORSELLI & TAVARES, 1988) ..... 120
- Figura 38: Representação da variação dos níveis piezométricos em relação a superfície: a) em período seco; b) em período muito seco..... 128
- Figura 39: Representação da variação dos níveis piezométricos em relação a superfície: a) em período úmido; b) em período muito úmido ..... 129
- Figura 40: Perfis do potencial matricial em período pouco úmido, para: a) perfil TB; b) perfil TD; c) perfil TS1 ..... 135
- Figura 41: Perfis do potencial matricial em período chuvoso, para: a) perfil TB; b) perfil TD; c) perfil TS1 ..... 136
- Figura 42: Representação das curvas de retenção para os perfis: a) TB; b) TD; c) TM.... 140
- Figura 43: Representação bidimensional da topossequência principal e a indicação dos caminhos preferenciais da água ..... 154

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Síntese das principais características dos horizontes da vertente convexo - côncava (Pranchas 1 e 2).....	50
Tabela 2: Resultados analíticos de granulometria, pH, matéria orgânica (MO) e soma de bases trocáveis (S), das trincheiras TJ e TR.....	57
Tabela 3: Resultados das análises granulométricas das amostras dos perfis da topossequência principal, sendo AG = areia grossa, AF = areia fina, S = silte, A = argila.....	66
Tabela 4: Resultados obtidos da fração argila dispersa em água e dispersa com hexametáfosfato de sódio e a relação entre ambos.....	70
Tabela 5: Mineralogias da fração argila de 10 amostras, retiradas dos perfis TS1 e TB.....	78
Tabela 6: Teores de argila (A), silte + argila (S+A), pH, matéria orgânica (MO), carbono orgânico (C), soma de base (S), alumínio trocável, caráter álico, capacidade de troca de cátions (T) e bases trocáveis (V), dos perfis TS1 e TB.....	82
Tabela 7: Média da densidade aparente (d), densidade real (D) e porcentagem de espaço poroso total em profundidade, nos perfis TD, TB e TM:.....	90
Tabela 8: Relação (em %), entre o volume de poros preenchidos por mercúrio e o tamanho/funcionalidade da porosidade, baseado na classificação de DUCHAUFOR (1984).....	96
Tabela 9: Características micromorfológicas analisadas em 18 lâminas delgadas, de três perfis da topossequência principal, através de microscópio ótico.....	105
Tabela 10: Dados diários de precipitação de Sorocaba do Sul, no período de junho de 1993 a dezembro de 1994.....	116
Tabela 11: Dados dos níveis de água da várzea à direita (régua A), à esquerda (régua B) da topossequência principal, e de uma depressão de topo (régua C).....	117
Tabela 12: Balanço hídrico segundo Thornthwaite - 1955, para a localidade de Major Gercino/SC, segundo ORSELLI & SILVA (1988).....	121
Tabela 13: Resultados do teor de umidade atual de todos os perfis e horizontes nas respectivas datas de observação:.....	123
Tabela 14: Níveis piezométricos, monitorados na topossequência principal:.....	127
Tabela 15: Valores do Potencial Matricial (bar) determinados através de tensiometria:.....	134
Tabela 16: Média dos dados de umidade volumétrica para os perfis TB, TD e TM em relação às variações de Potencial Matricial, PoTotal, Mp e Mp/mp.....	139

## RESUMO

O estudo dos solos de uma colina convexo - côncava na localidade de Canto do Januário, Distrito de Sorocaba do Sul em Biguaçu, no Estado de Santa Catarina/Brasil, permitiram caracterizá-lo quanto às suas propriedades físicas e quanto ao seu funcionamento hídrico. Esta colina, pertence à Unidade Geomorfológica das Serras do Leste Catarinense, desenvolve-se sob migmatitos e apresentam solos do tipo Podzólico Vermelho-amarelo Latossólico.

Identificou-se 13 horizontes, através de dados de campo, análises granulométricas, mineralógicas e químicas e, através do estudo da porosidade, realizados com dados de porosidade total, porosimetria à mercúrio e análise micromorfológica de lâminas delgadas, que podem ser agrupados em: horizontes superficiais - A (1 e 1A), Bruno escuro, com textura mais grosseira, predomínio de macroporos, com maior funcionalidade, permitindo a penetração e distribuição de ar e água; horizontes “amarelos” - B<sub>21</sub> (2), B<sub>g</sub> (2A), B<sub>22</sub> (3) e BC (4), com textura argilosa, com fragmentos de quartzo e predomínio de microporos, com funcionalidade maior para reserva de água; horizontes gleyzados - G (5), localizados na baixada e recebendo efetiva influência da várzea, permanecendo saturados; horizontes com reliquias da rocha - BC (7, 7A, 7B e 8), com textura grosseira, pouca quantidade de poros de fraca intercomunicação. Aparecem na porção média da vertente e baixada, como horizontes de estagnação de água, principalmente no contato com a rocha alterada.

O estudo do conjunto dos horizontes com suas características, permitiu, a identificação de caminhos preferenciais da água, sobretudo da circulação lateral, condicionada por zonas denominadas “secas ao tato”, caracterizadas pela microporosidade de fraca intercomunicação, que restringem fluxos verticais, condicionando à formação de porções de estagnação e à fluxos laterais.

## Apresentação

Desde 1986, com a introdução de uma visão inovadora de organização do espaço rural trazida pelo “projeto microbacias de Santa Catarina”, vem crescendo gradativamente meu interesse na pesquisa metodológica de diagnóstico ambiental.

Passei a concentrar meus trabalhos em uma pequena bacia formada pelo rio do Cedro, afluente do rio Itajaí Mirim (Brusque/SC), a qual denominei de área - teste, pois o objetivo maior era adaptar e aplicar uma metodologia para o diagnóstico do meio físico em pequenas bacias hidrográficas rurais, com vistas ao aspecto conservacionista.

Tal estudo, culminou com minha dissertação de mestrado (BELTRAME, 1990), e mais tarde com o livro “Diagnóstico do meio físico de Bacias Hidrográficas - Modelo e Aplicação” (BELTRAME, 1994).

Entretanto, o assunto não se esgotou, ao contrário com esta pesquisa abriram-se novas frentes para investigação que buscassem procedimentos adequados à compreensão dessa unidade do ambiente natural, denominada “microbacia”. Uma dessas frentes, onde percebi forte carência de informações, foi quanto ao conhecimentos das propriedades físicas do solo visando compreender seu comportamento hídrico. Este diagnóstico deveria contemplar não apenas o escoamento superficial, mas deveria abranger também características de dinâmica interna da cobertura pedológica, os movimentos verticais e laterais da água no solo.

Os métodos tradicionais de levantamento do meio físico, enquanto trabalham com medidas estáticas de um momento do perfil vertical do solo, não permitem uma visão de sua dinâmica integral, que leve em consideração tanto o funcionamento vertical como o lateral.

Buscando contemplar o estudo das diferenciações verticais e laterais, bem como compreender os solos em sua tridimensionalidade, desenvolveu-se entre as décadas de 60 e 70 uma nova metodologia denominada “Análise Estrutural da Cobertura Pedológica” (AE).

Esta metodologia reconhece o solo como um meio organizado e funcional, contínuo e dinâmico (BOULET, 1988). Permite observar, mensurar, representar e interpretar as informações pedológicas desde a escala da paisagem até a microscópica. E, com isso, o

estudo dos solos pode voltar-se para a compreensão do seu funcionamento e da relação com os fatores que influenciam sua dinâmica: clima, geologia, geomorfologia, atividades biológicas e humanas.

Os métodos de estudo do solo, desenvolvidos através da AE, se integrados a uma visão global de pequenas bacias hidrográficas, poderão tornar-se contribuição valiosa aos trabalhos de planejamento do uso deste recurso, ao traçar linhas mestras quanto ao manejo adequado, desvendando o uso potencial e as restrições de uso, ao mesmo tempo que se constituirão em subsídios metodológicos importantes na atualização de levantamentos e reconhecimentos detalhados dos solos, a nível municipal e estadual.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. O estudo dos solos em Santa Catarina e a Análise Estrutural

Os primeiros levantamentos de solos no Brasil, tiveram início nos anos 40 e em 1947, com a reorganização do Ministério da Agricultura e a criação da Comissão de Solos com o apoio da FAO (QUEIROZ NETO, comunicação pessoal), foi lançado o primeiro programa de mapeamento dos solos brasileiros. A partir da década de 50, a diretriz adotada pelo Ministério da Agricultura foi a de efetuar gradualmente o reconhecimento dos solos por unidade da federação. *“A metodologia adotada foi do tipo combinado gerando mapa compilatório - exploratório...”* através de *“...sucessivas generalizações, ajustamentos e harmonizações”* (DEMATTE, 1986 - p. 4). Na década de 60, o Serviço Nacional de Conservação do Solo, seguindo o Projeto RADAM nos anos 70, empenharam-se na continuidade desse trabalho que culminou com a publicação em 1981 do mapa de solos do Brasil na escala 1:5.000.000 (DEMATTE, 1986).

Em Santa Catarina, um trabalho bastante significativo embora antigo é o “Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de Santa Catarina” elaborado em 1973 com o apoio do Ministério da Educação, Min. do Interior, Gov. de Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina e Secretaria de Agricultura de Santa Catarina. O levantamento apresenta um mapa em escala 1:1.000.000 de reconhecimento dos solos a nível de grandes grupos e uma descrição resumida de cada um deles. O citado levantamento foi baseado em fotografias aéreas 1:25.000 e 1:60.000, que foram separadas em função das diferentes paisagens, de acordo com o aspecto do relevo e padrões de drenagem: *“paisagens diferentes constituíram preliminarmente, manchas de solos diferentes”* (MEC/MINTER - GOV. EST. SC/UFSC - SECRET. AGR./UFSC, 1973 - p. 49). Este trabalho desenvolveu-se com base em técnicas clássicas e tradicionais onde:

*“...foram coletados 126 perfis de solo para caracterização analítica procurando-se selecionar aqueles que melhor representavam o conceito modal de cada unidade”* (“ (MEC/MINTER - GOV. EST. SC/UFSC - SECRET. AGR./UFSC, 1973 - p. 50).



Este trabalho carece de atualizações especialmente quanto a utilização de nomes regionais, pois o conhecimento da natureza dos solos, nesses casos, visaria distribuir as unidades pedológicas e a sua representação cartográfica de modo a “...*permitir o enquadramento das unidades de mapeamento em sistema natural de classificação dos solos*” (LEPSCH, 1983 - p.8).

Outro trabalho sobre os solos de Santa Catarina, é o “Levantamento Exploratório dos Solos” das folhas Curitiba (no prelo) e Porto Alegre, que utilizou o método tradicional de caracterização da cobertura pedológica. Este, foi realizado pelo Projeto RADAMBRASIL, atualmente incorporado ao IBGE, e pelo Serviço Nacional de Conservação dos Solos da EMBRAPA. A escala do levantamento preliminar, foi 1:250.000, sendo posteriormente reduzida ao milionésimo para publicação, no caso da folha Porto Alegre. Baseado neste trabalho, o antigo Gabinete Estadual de Planejamento (GAPLAN) de Santa Catarina, publicou o Atlas de Santa Catarina, contendo mapa do Levantamento Exploratório dos solos do Estado em escala 1:1.000.000. Entretanto, técnicos deste gabinete ressaltam que:

*“...por ser um levantamento exploratório, as unidades de mapeamento geralmente são constituídas por duas ou mais classes de solos. Portanto, para a implantação de projetos específicos é necessário um estudo dos solos em níveis detalhados.” (GAPLAN, 1986 - p. 34).*

Todos esses trabalhos partem do pressuposto que o solo é representado por um perfil vertical, que ocuparia um certo espaço, sem apresentar modificações, constituindo-se assim numa unidade de mapeamento.

A idéia de que as unidades pedológicas observadas no campo devem ser enquadradas em sistemas pré-definidos, pode inibir a visão sobre a dinâmica e a continuidade dessa cobertura.

Neste sentido, FERNANDES BARROS (1985) apresenta inicialmente um histórico dos estudos clássicos de levantamentos pedológicos realizados no Brasil e a visão unilateral dos mesmos:

*“O perfil (vertical) é uma visão incompleta do solo, deixando de representar toda a sua estrutura natural, pois as variações laterais não são observadas e assinaladas. O destaque é dado para as variações verticais e mesmo assim, nem sempre evidenciando como as passagens entre os horizontes, ou volumes pedológicos se fazem; logo o perfil não pode representar o indivíduo solo pois é apenas um corte que faremos da cobertura pedológica” (p. 19).*

O referido autor apresenta um ensaio metodológico, utilizando as técnicas da análise estrutural da cobertura pedológica detalhada de solos, em Marília (SP) e a respectiva representação cartográfica. Ressalta nesse trabalho, que aspectos observados através de técnicas clássicas de levantamento de solo, foram obtidos através do estudo em trincheiras onde é possível estudar-se:

*“...a sucessão vertical e espessura dos volumes pedológicos (horizontes), limite e transições entre estes e características pedológicas internas a cada volume.” (FERNANDES BARROS, 1985 - p. 19).*

E conclui dizendo:

*“ Na análise pedológica parte-se de níveis gerais de classificação e, de forma descendente, chega-se aos níveis inferiores, a partir de modelos preexistentes. (...) Na metodologia adotada nesse trabalho o processo é inverso. A partir da análise estrutural da cobertura pedológica, chega-se ao conhecimento das organizações verticais verdadeiramente tridimensionais que a compõe.” (FERNANDES BARROS, 1985 - p. 126,127).*

FERNANDES BARROS et al. (1986), reforçam a idéia de que as variações pedológicas não ocorrem apenas no sentido vertical mas também no lateral; para o conhecimento da natureza de um solo é necessário observar que se fazem em todos os sentidos. Esses mesmos autores consideram “reducionista” a cartografia realizada com base em uma “visão verticalizada”, ao desconsiderar:

*“...as variações laterais dos constituintes do arranjo e das propriedades da cobertura pedológica, prejudicando assim a própria caracterização do funcionamento desta.” (p. 73).*

A análise estrutural e cartografia permitem estudar a “anatomia das coberturas pedológicas” (BOULET, 1988a), quando acompanhada de dados laboratoriais e descrições de campo detalhadas.

Neste sentido, a análise estrutural contempla o estudo das diferenciações verticais e laterais, bem como busca compreender o solo em sua tridimensionalidade, e o reconhece como um meio organizado e funcional, contínuo e dinâmico:

*“... há transformação permanente, cíclica ou não, dos constituintes, das estruturas, dos sistemas porosos; há nos solos transferências permanentes ou intermitentes, de materiais, sólidos, líquidos e gasosos, biológicos; esta evolução infere a ele um passado - que deve ser reconstituído e compreendido - e um futuro - que deve ser previsto e assumido” (HADLICH, 1992 - p. 5).*

Os trabalhos utilizando a análise estrutural no Brasil segundo QUEIROZ NETO (1988), foram desenvolvidos por pesquisadores da ORSTOM/França e brasileiros, em solos

da Bahia e Manaus. Um maior impulso deu-se ao iniciar o programa de pesquisa do Convênio CAPES/COFECUB em 1980, junto ao Departamento de Geografia da USP. Deste Convênio tiveram origem vários trabalhos em diversas regiões do Brasil, também em Santa Catarina com os trabalhos em Biguaçu.

Em Santa Catarina, os trabalhos com a análise estrutural tiveram início em abril de 1986, quando realizou-se um treinamento para agricultores, estudantes e professores da UFSC e UDESC, e também para técnicos da atividade agropecuária. Esta primeira experiência realizou-se em Bocaina do Sul, Distrito de Lages (SC). Esta e outras oportunidade, foram viabilizadas através do Convênio CAPES/COFECUB - Projeto Geografia 35/80, entre o Departamento de Geografia da USP, École Nationale Supérieure Agronomique de Rennes (ENSA / Rennes), Centre de Géomorphologie/CNRS/ França, do acordo CNPq/CNRS e do Convênio UFSC/USP (BUSS & SCHMIT, 1987).

Em 1988, os trabalhos passaram a ser desenvolvidos em um dos setores da Bacia do Rio Inferninho (setor C, cf. ALMEIDA, 1982, localizado no Distrito de Sorocaba do Sul, Biguaçu (SC), a 50 km ao norte de Florianópolis, mais precisamente na localidade de Sorocaba de Dentro (Figura 1 e Figura 2). Tinham por objetivo fazer o reconhecimento preliminar dos terrenos desse setor. Primeiramente, foram examinados cortes de estrada mostrando uma cobertura pedológica bastante uniforme apesar das declividades importantes. Uma topossequência localizada em um interflúvio arredondado, foi estudada com trado e cortes de estrada (BOULET, 1988b). Neste trabalho obteve-se uma caracterização preliminar do relevo e dos solos da área, da mesma forma que em trabalho seguintes (1989 e 1990), evidenciado a representatividade de uma cobertura pedológica bastante uniforme.

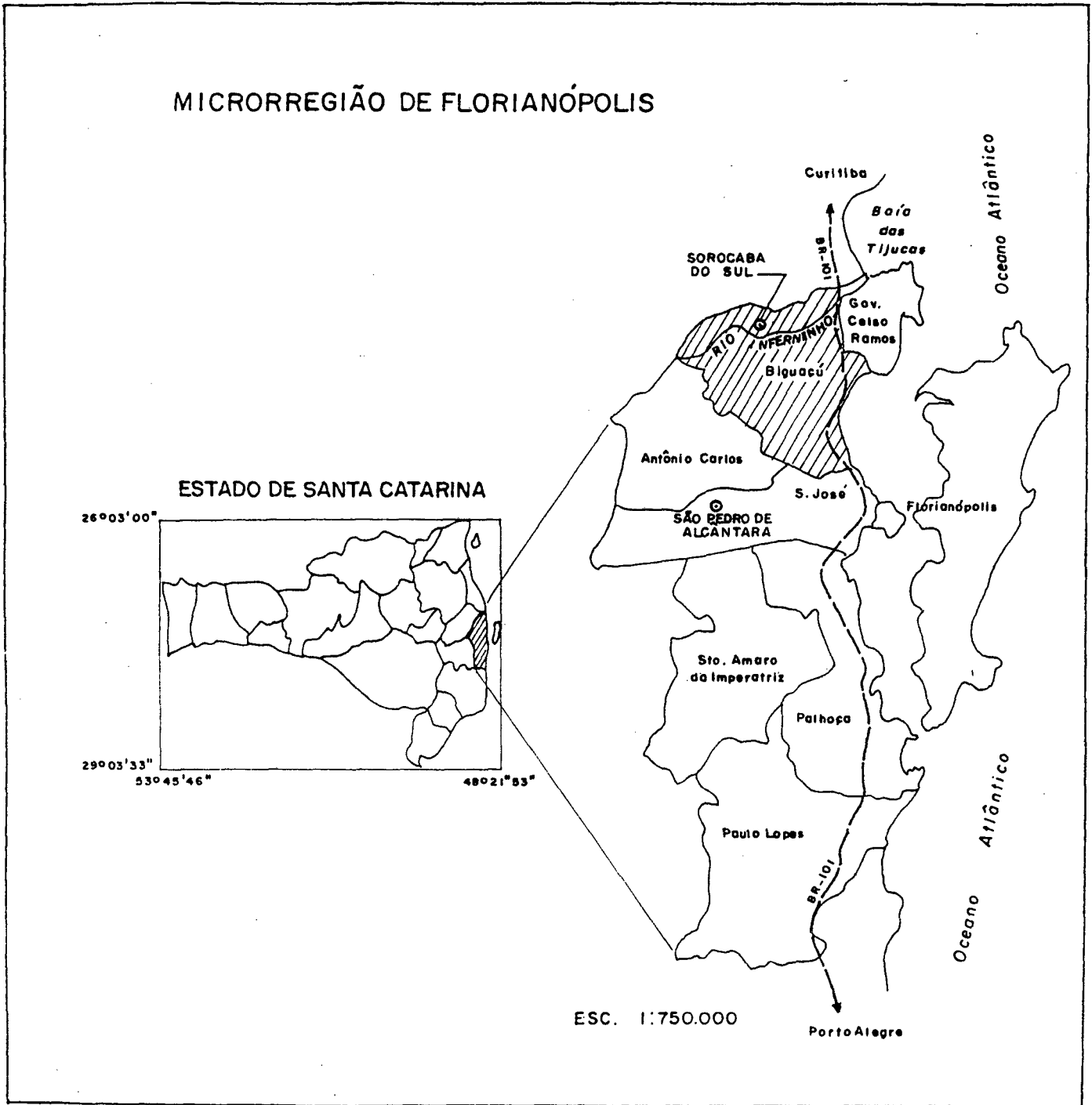


Figura 1: Microrregião da Grande Florianópolis e situação de Sorocaba do Sul.

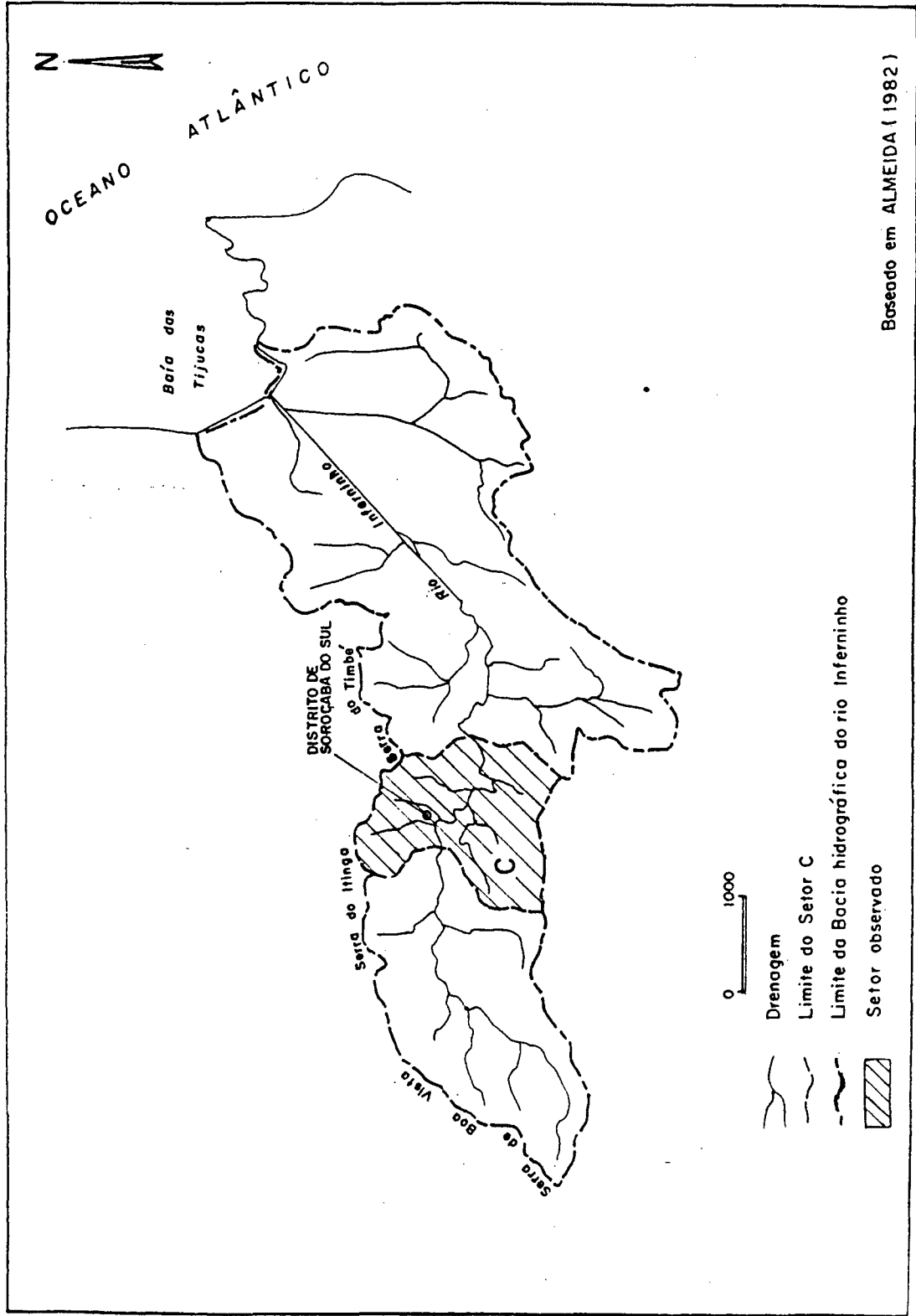


Figura 2: Bacia do rio Inferninho, mostrando a posição do distrito de Sorocaba do Sul, no setor C (cf. ALMEIDA, 1982).

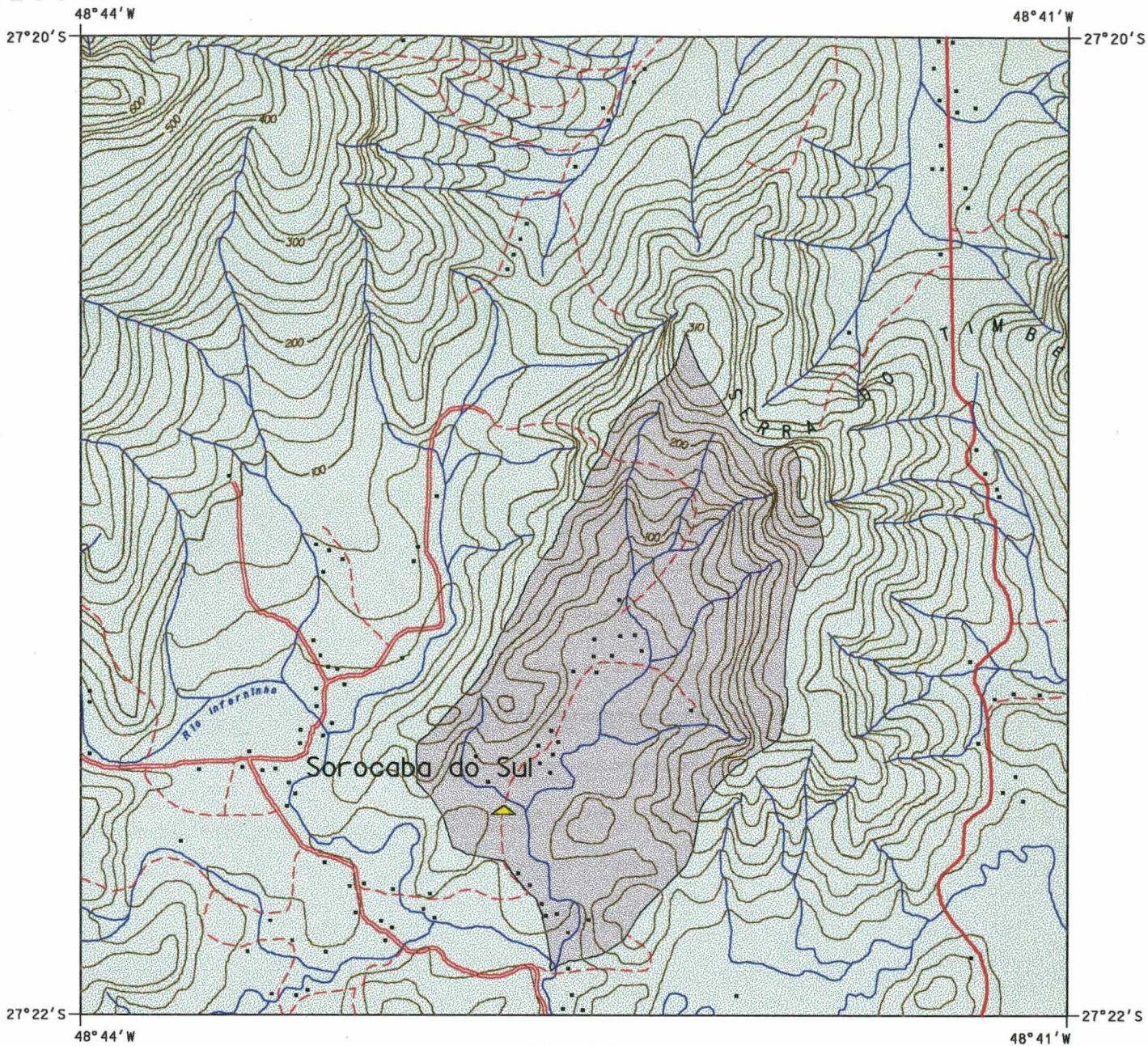
Ainda em 1988, foi analisado um perfil no município de São Pedro de Alcântara (SC) (CURMI, 1989), a 45 km a oeste de Florianópolis, localizado sobre o mesmo embasamento geológico e relevo análogo ao de Sorocaba do Sul. As observações morfológicas desse perfil mostraram ser semelhantes quanto à cor, textura e estrutura dos horizontes, àquelas observadas em Sorocaba do Sul, indicando que as coberturas pedológicas aqui identificadas, podem ser bastante frequentes nas Serras do Leste Catarinense.

Os trabalhos de 1989 em Biguaçu, deram continuidade aos trabalhos anteriores de reconhecimento e de verificação das relações solo - relevo, buscando compreender a dinâmica da paisagem.

Esses trabalhos buscaram também escolher uma área para a realização de estágio coletivo em análise estrutural realizado em julho de 1990, bem como para a realização de pesquisas futuras (BUSS, 1990) (Figura 3 e Figura 4).

Neste mesmo ano, tomou-se conhecimento da existência de depressões fechadas do tipo dolina, com diâmetro de até 10 m, desenvolvidas nos topos das colinas arredondadas, em geral no contato entre cristas principais e secundárias (CURMI, 1989), associadas a solos bruno amarelados com estrutura prismática sobre alteração de rocha, numa espessura de até 3 m (Figura 5).

Análise mais detalhada dessas depressões foi incluída no trabalho de campo de 1990, feito desde o topo de uma colina convexa contendo três depressões, estando aproximadamente 34 m. acima do nível da planície, passando pela vertente até a baixada com terminação em lençol aluvial (Figura 5 e Figura 6). Os resultados obtidos permitiram não só reconstituir a geometria das principais organizações pedológicas, como também levantar hipóteses a respeito de suas gêneses e do funcionamento hídrico, principalmente relacionado à evolução das depressões.



ESCALA  
250m 0 250 500 750m

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR-UTM  
Equidistância das curvas de nível: 20 metros

CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS			
Rodovia sem Pavimentação com Tráfego Permanente		Curvas de Nível	
Rodovia sem Pavimentação com Tráfego Periódico		Altitude Não Comprovada	
Caminho / Trilha		Localização das Topossequências 4 e 6	
Edificações Rurais		Localidade de Canto do Januário	
Curso d'Água			

Fonte da Base Cartográfica: Carta Topográfica do Brasil, Escala 1:50000, IBGE, 1974.  
Folha 56-22-Z-0-II-4, Biquaou.

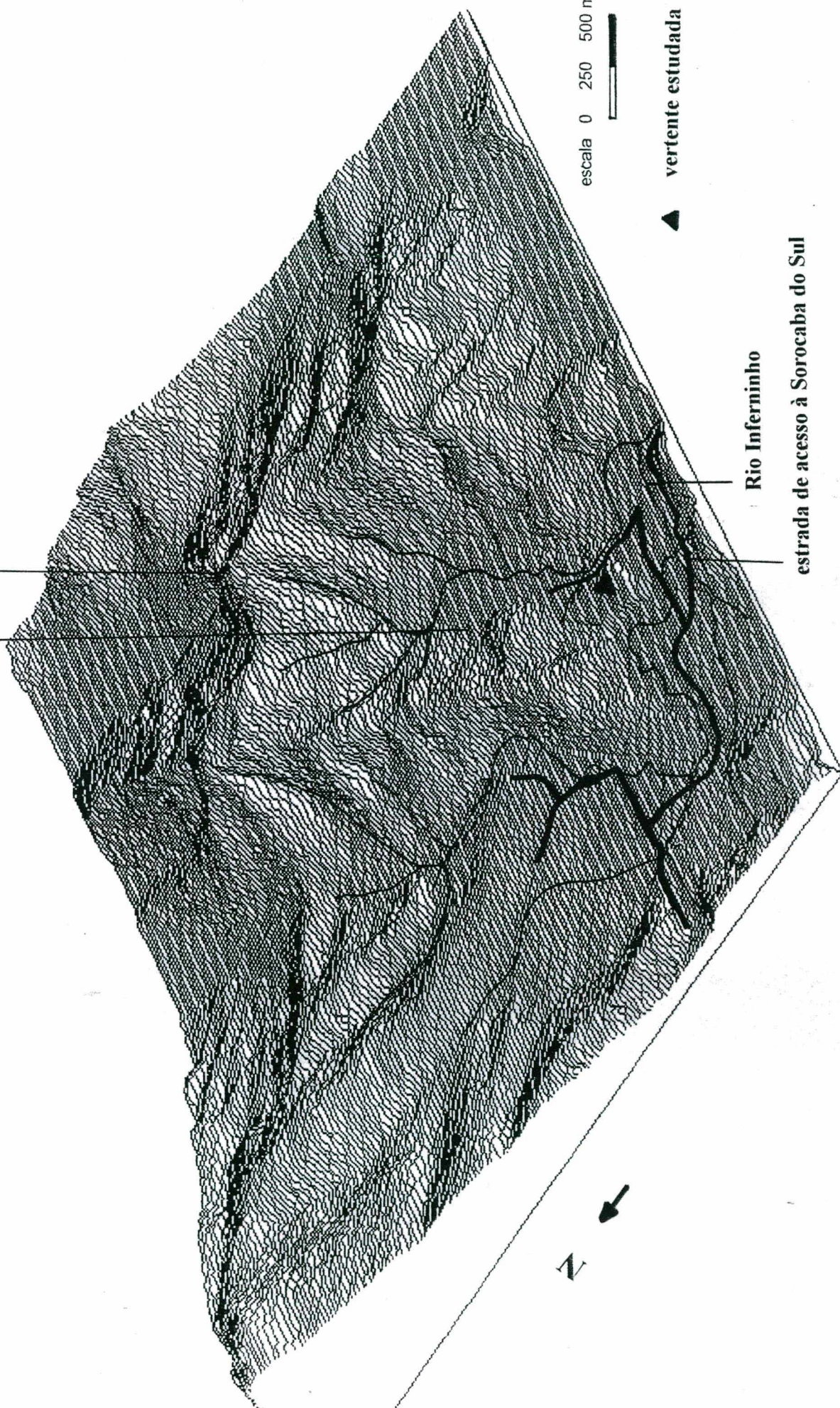
Digitalização e Edição: Geóg. José Henrique Vilela

FIGURA 3 : CARTA TOPOGRAFICA COM A DELIMITAÇÃO DA LOCALIDADE CANTO DO JANUÁRIO, NO DISTRITO DE SOROCABA DO SUL, E LOCALIZAÇÃO DAS TOPOSEQUÊNCIAS 4 E 6.

Figura 4: Bloco-diagrama da região onde está inserido o Canto do Januário

Canto do Januário

Serra do Timbé



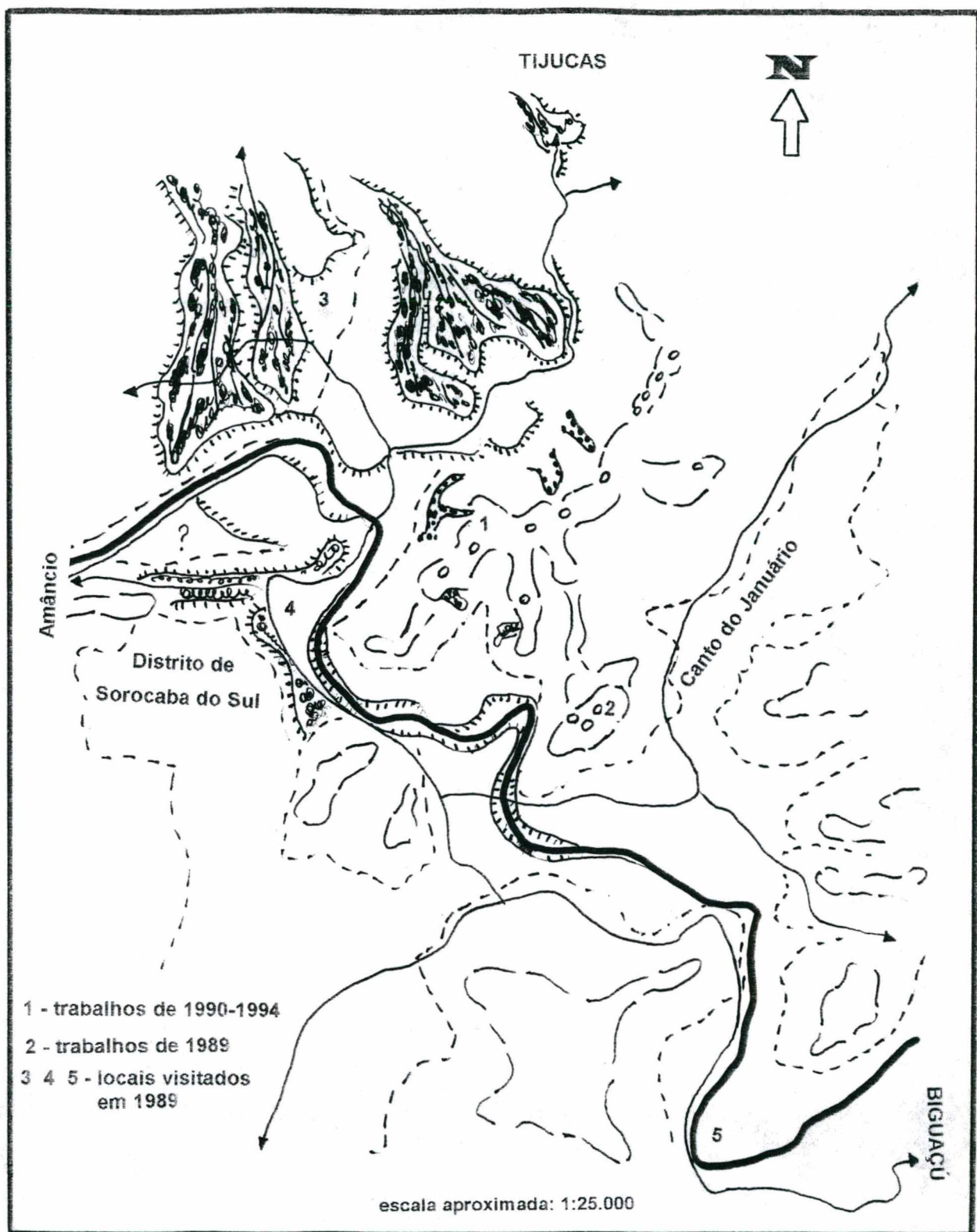
Rio Inferninho

estrada de acesso à Sorocaba do Sul

escala 0 250 500 m

▲ vertente estudada





- Legenda:**
- cones de dejeção, de blocos
  - cicatrizes de deslizamentos
  - ruptura vertical de vertente
  - lençóis aluviais "antigos", de seixos rolados
  - sedimentação "recente" (várias fases prováveis)
  - depressões fechadas
  - vertentes convexas

Figura 5: Fotointerpretação da porção média do Vale do Rio Inferninho, com a localização dos trabalhos desenvolvidos nos anos de 1989 e 1990-1994 (Compilado de BOULET et al., 1991)

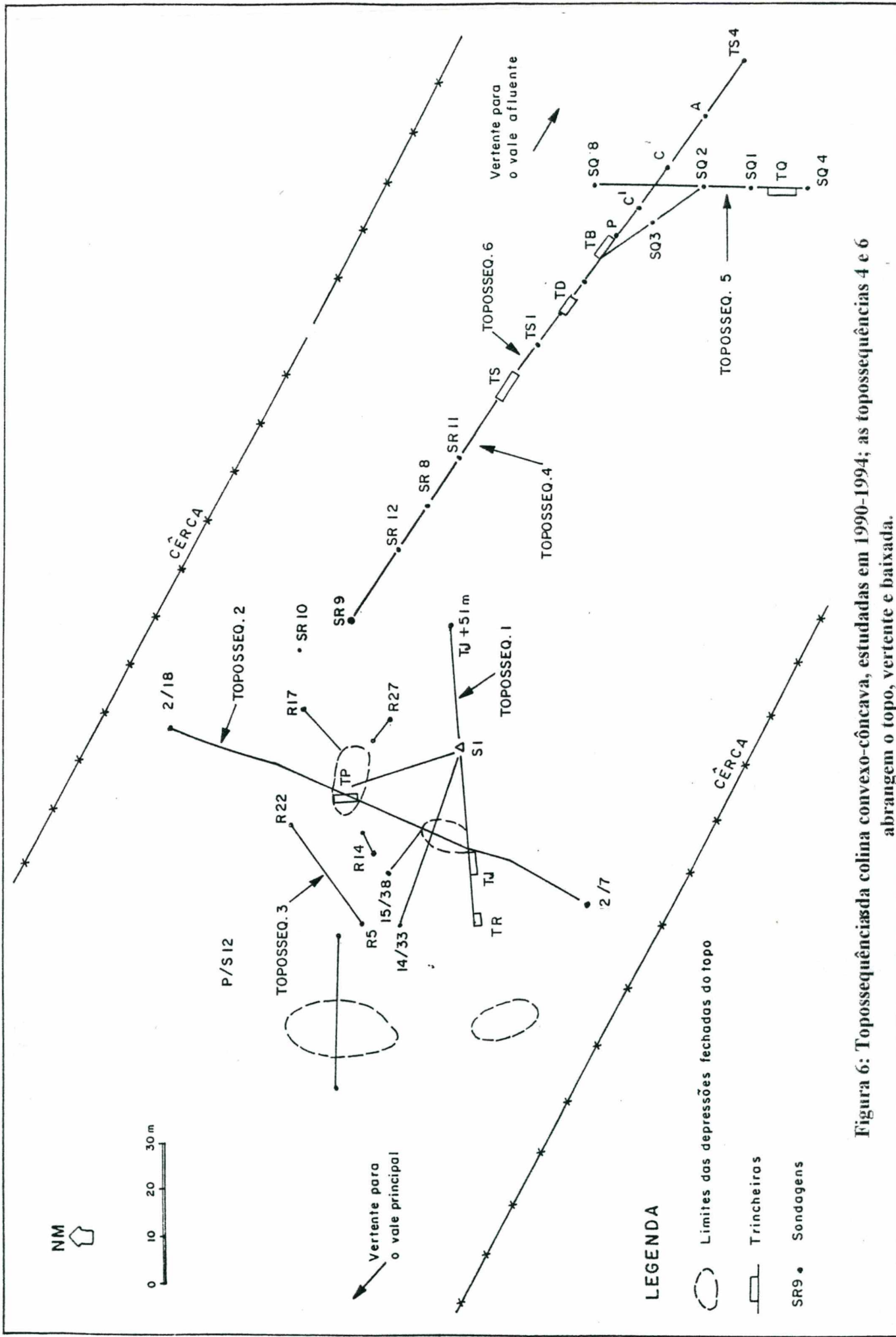


Figura 6: Toposequência da colina convexo-côncava, estudada em 1990-1994; as toposequências 4 e 6 abrangem o topo, vertente e baixada.

As três toposseqüências estudadas no topo, localizadas na Figura 6, permitiram a identificação dos principais horizontes presentes na cobertura pedológica do topo da colina e a reconstituição de seus arranjos bidimensionais (Figura 7). A toposseqüência 1 é representativa da organização da cobertura pedológica com seus principais horizontes; articula-se com a toposseqüência 2 na trincheira J (Figura 6). A toposseqüência 3 localiza-se sobre um colo entre duas depressões. A toposseqüência 4 representa a vertente convexa, e tem continuidade na toposseqüência 3, que abrange parte da vertente e baixada (Prancha 1). Ambas articulam-se no ponto TS, onde uma dá continuidade à outra. Esta última foi analisada em detalhe no presente trabalho, e caracteriza-se pelas modificações/alterações provocadas por sua dinâmica hídrica. A toposseqüência 5 representa os solos de um morrote, na baixada.

Durante o ano de 1994, as pesquisas receberam grande impulso com a aprovação do projeto “Avaliação da Degradação do Recursos Solo a partir das Atividades Agro-Silvo-Pastoris no Âmbito Sócio-Econômico e Pedológico em Sorocaba do Sul (Biguaçu/SC)”, cujos objetivos principais foram o levantamento de aspectos físicos e humanos relacionados aos potenciais de uso e aos riscos de degradação do solo. Este projeto, obteve apoio do FNMA (Fundo Nacional do Meio Ambiente) e FAPEU (Fundação de Amparo a Pesquisa e Extensão Universitária/UFSC), contou com a participação de diversos bolsistas de graduação e pós-graduação em geografia e professores da UFSC e USP. A partir desse projeto, foram elaborados diversos trabalhos de pesquisa e a montagem do Laboratório de Pedologia do Departamento de Geociências/UFSC, em 1995 (BELTRAME, 1995).

Em 1995, WOLF e CARDOSO, apresentaram seus trabalhos de conclusão de mestrado e de curso de graduação respectivamente, o primeiro tendo como base abordagens sócio-econômicas sobre as localidades Sorocaba de Dentro e Amâncio, e o segundo uma abordagem sobre a fertilidade e a conservação de solos cultivados, numa vertente convexo - côncava com culturas anuais.

Em 1996, LUIZ apresenta sua dissertação de mestrado abordando os processos e mecanismos que envolvem os movimentos de massa, e a influência destes na evolução das vertentes de Sorocaba do Sul.

Um aspecto que desperta a atenção de estudiosos em pedologia que tem observado os solos de Sorocaba do Sul, é a homogeneidade da cobertura pedológica bruno - amarelada, que não raro atinge 2 m de espessura, presente em toda a colina analisada.

Nesta cobertura, onde incluem-se as depressões de topo, predominam, além da cor amarela, a estrutura composta de agregados poliédricos, com tendência à estrutura prismática no topo. Outro aspecto comum observado, é a ausência de minerais primários visíveis à olho nu, levando a crer um alto grau de intemperismo destes solos.

Há de se ressaltar ainda, a presença de depressões fechadas no topo das colinas convexo - côncavas, secas ou permanentemente inundadas e também a presença de depressões alagadas na várzea.

Estes fatos sugerem que a dinâmica hídrica desta cobertura, seja agente bastante ativo, influenciando significativamente na diferenciação dos horizontes, na intensidade de intemperização da rocha matriz, na constituição física, química e mineralógica destes solos.

Com base nisso, levantam-se questões básicas de investigação:

- como está organizada e constituída esta cobertura pedológica ?
- como funciona e a que está condicionada a dinâmica da água nestes solos ?

Em vista disto, inclui-se neste trabalho, descrição de campo detalhada dos solos do topo da colina com depressões, realizada em 1990 e o detalhamento da base, com aprofundamento em análises físicas, químicas, mineralógicas e micromorfológicas. Para o conhecimento do funcionamento hídrico, utilizou-se diversos procedimentos, com vista ao conhecimento da movimentação da água no solo e do comportamento dos distintos horizontes.

Buscou-se aplicar o procedimento da Análise Estrutural da Cobertura pedológica para o reconhecimento e compreensão do comportamento hídrico interno da cobertura pedológica e dos riscos de degradação. No entanto, a análise estrutural não foi realizada integralmente conforme proposto por BOULET (1988a), porém apenas de forma parcial, através da representação cartográfica bidimensional da cobertura pedológica de uma topossequência, visando a caracterização das propriedades físicas. Esta simplificação do procedimento, deu-se visto a homogeneidade da cobertura pedológica.

Após as apresentações da área de pesquisa e dos aspectos gerais da metodologia, serão abordadas as duas etapas do trabalho:

- a) organização e estrutura da cobertura pedológica em campo e laboratório
- b) propriedades e funcionamento hídrico da cobertura pedológica.

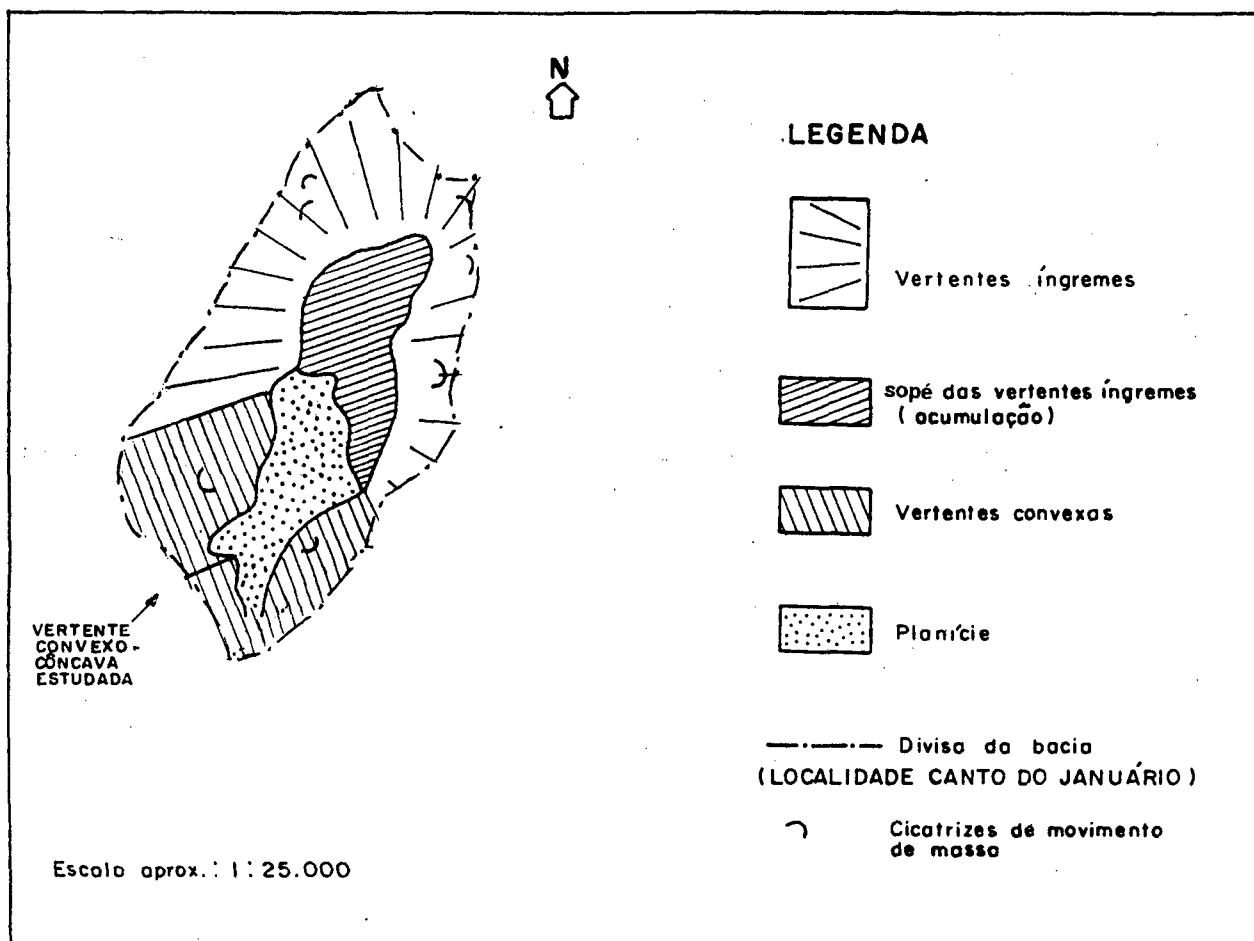


Figura 8: Compartimentação de parte do setor C (Canto do Januário), segundo HADLICH, (1992), realizado por fotointerpretação e caminhamento de campo.

## 1.2. Quadro Natural e Ocupação

A área de estudo está inserida na Bacia do Rio Inferninho, localizada na porção central do litoral do Estado de Santa Catarina - Brasil (27°26' - 27°29' latitude e 48°40' - 48°43' longitude), entre as bacias dos rios Tijucas e Biguaçu (Figura 1 e Figura 2).

Predominam nesta área afloramentos Pré-Cambrianos constituídos por rochas do Complexo Metamórfico - Migmatítico (SCHULZ Jr. & ALBUQUERQUE, 1969 - In.: SCHEIBE, 1986).

*“As litologias características são diatexitos (migmatitos resultantes da fusão completa ou quase completa, em que as partes fundidas e não fundidas não são mais distinguíveis), metatexitos (fusão parcial incipiente, em que as porções fundidas e não fundidas podem ser distinguidas petrográficamente) e gnaisses, além de granitóides porfiríticos ou não.” (SCHEIBE, 1986 - p. 14).*

Estes terrenos correspondem à unidade morfológica definida como “Serras do Tabuleiro/Itajaí” ou ainda “Serras do Leste Catarinense” (GAPLAN, 1986). De modo geral, apresentam vertentes com declividades que ultrapassam muitas vezes 25%, e raramente chegam a 500 m de altitude. Os rios desta unidade correm para o Atlântico, seguindo o sentido geral NE, principalmente no médio curso; no alto curso esses rios se caracterizam por vales profundos em forma de “V”, encostas íngremes e leitos com rápidas corredeiras. No médio curso, apresentam ação suavizada pela dissecação, em fundo quase plano. As direções de cursos d'água e cristas refletem as orientações estruturais, comuns ao Pré-Cambriano do sul e sudeste brasileiro (ALMEIDA, 1982). Essas características morfológicas favorecem a ação erosiva principalmente em encostas desmatadas, sobretudo por movimentos de massa, testemunhados por muitos anfiteatros na encosta, muitas vezes subatuais, pois já recobertos por vegetação de gramíneas e arbustos.

Originalmente, a vegetação dessa área era representada pela Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Pluvial de Encosta Atlântica (GAPLAN, 1986), constituída em sua maior parte por espécies perenifólias de até 35 metros de altura nas áreas mais elevadas e 25 m nas encostas drenadas (REITZ, 1988).

Grande parte da Floresta Ombrófila Densa foi intensamente explorada pela retirada de madeira de lei ou completamente devastada para dar lugar a agricultura ou pastagem (GAPLAN, 1986). Esta floresta ainda encontra-se em locais de difícil acesso, em áreas consideráveis nas cristas angulosas de altitudes mais elevadas, que deveriam ser

preservadas. Entretanto, é comum ver-se encostas íngremes desmatadas e muitas vezes cultivadas, evidenciando o desaparecimento gradativo da mata original. Uma vegetação secundária toma seu lugar, sucedendo-se em vários estágios: capoeirinha, capoeira, capoeirão e mata secundária.

O clima: “... é caracterizado por precipitação abundante, e regularmente distribuídas durante todo o ano, tendo, não obstante um período mais intenso no verão. A umidade relativa é muito elevada (84 a 86%) nas proximidades da costa, diminuindo em sentido oeste. Trata-se portanto de um clima azonal tropical úmido, sem período seco e com médias térmicas nunca inferiores a 15 graus.” (Projeto RADAM, In.: GAPLAN, 1986).

A área onde foram realizados os trabalhos de campo, corresponde ao setor “C” da bacia do rio Inferninho, conforme delimitação feita por ALMEIDA (1982), em unidades para estudos ambientais. Esse setor, com área de 19,83 km<sup>2</sup> caracteriza-se pela concentração de pequenos alvéolos. Pertence ao município de Biguaçu - Distrito de Sorocaba do Sul - Comunidade de Sorocaba de Dentro, mais precisamente no Canto do Januário (Figura 3, Figura 4 e Figura 5).

BUSS (1990) identificou, em Sorocaba do Sul, três compartimento geomorfológicos: o dos relevos em cristas, morros e colinas, desenvolvidas sobre rocha e material de alteração *in situ*, onde são encontradas depressões e cicatrizes de escorregamento; o dos depósitos de material grosseiro (matacões, blocos e seixos), litologicamente distintos e apresentando diferentes estágios de alteração, dispostos na forma de rampas e terraços aluviais, parcialmente dissecados e, finalmente, o terceiro compartimento correspondente às planícies, ao nível de sedimentação mais recente, constituído predominantemente de material mais fino, arenosos.

Esses depósitos podem ser observados ao longo de todo o rio Inferninho, apresentando extensão variada e espessura de até 2,5 m. Neste compartimento, onde distinguem-se níveis de terraços, e a planície de inundação, a declividade é muito baixa. Datação realizada com carbono 14 em fragmento de tronco de árvore retirado de aluviões arenosos no fundo do vale do rio Inferninho em Sorocaba do Sul, indicam a idade de 2.140 ± 55 anos. Nesses alvéolos ocorrem os chamados depósitos de encosta que são constituídos por aglomerados de cascalho e matacões com matriz argilo - arenosa (ALMEIDA, 1982).

BELTRAME (1993) subdividiu, através de interpretação de imagens orbitais e suborbitais, cartas temáticas e topográficas, modelo tridimensional do relevo, as três

unidades identificadas por BUSS em seis unidades morfológicas consideradas representativas: o relevo em cristas, morros e colinas, foi subdividido em escarpas cristalinas com cristas angulares, escarpas cristalinas com cristas arredondadas, colinas arredondadas com vertentes côncavas e colinas arredondadas com vertentes convexas; os depósitos de material grosseiro dispostos em rampas e terraços aluviais, em leques aluvionares e planícies de várzea.

HADLICH (1992) ilustra bem esta compartimentação para um sub-setor do setor C, denominado Canto do Januário, onde desenvolveram-se os principais trabalhos de campo (Figura 7). Este, compreende um pequeno vale formado por um afluente do rio Inferninho. A autora inclui em vertentes íngremes as escarpas cristalinas, como vertentes convexas as colinas arredondadas, como sopé de vertente íngreme inclui as áreas de acumulação e os leques aluvionares.

A partir de dados obtidos com a carta clinométrica do setor C, constata-se que apenas 29,3% da área total oferece condições para o uso agrícola, sendo que 70,7% correspondem a áreas declivosas, com inclinações superiores a 25%, exigindo cuidados redobrados com a conservação do solo.

Definem-se também nesta área, cicatrizes de movimento de massa. WOLFF (1995), comentando sobre esses escorregamentos diz que,

*“Ocorrem também com freqüência deslocamento de volumes menores, especialmente nas colinas arredondadas e mais baixas no interior dos alvéolos, identificadas pelas cicatrizes em suas encostas. Chama a atenção o fato de existirem cicatrizes tanto em áreas desmatadas como em áreas com cobertura vegetal de mata secundária e eventualmente de mata primária” (p. 24).*

LUIZ (1996), estudando o processo de movimentos de massa geradores das cicatrizes presentes em Sorocaba do Sul, afirma que estas são comuns nas vertentes e nas colinas circundantes do médio curso do rio Inferninho, sendo que a maioria delas se encontram suavizadas e vegetadas formando anfiteatros.

Quanto à cobertura vegetal original, sabe-se que a descaracterização pela ação antrópica é algo que vem se dando desde a colonização, seja pela exploração da madeira e da lenha (principal fonte energética), seja para o cultivo ou criação do gado. A situação de preservação da vegetação em Sorocaba do Sul é a mesma daquela encontrada para a bacia do rio Inferninho como um todo.



A caracterização climática geral para a bacia do rio Inferninho foi efetuada a partir dos dados da estação pluviométrica de Major Gercino, localizada a 27°24' lat. e 48°56' long., a mais próxima do setor de estudo. A precipitação média anual é de 1.585 mm. O mês de fevereiro caracterizou-se como o mais chuvoso, o mês de abril o mais seco e uma. O excedente hídrico anual chega a 642,6 mm. Não há déficit hídrico em nenhum mês.

Com base na relação estabelecida por BAGNOLE & GAUSSEN (1963) verifica-se que não há período de seca nem subseca no setor e que embora o mês de abril apresente-se como mais seco, este ainda apresenta um excedente hídrico médio mensal de 15 mm.

Os solos estudados em Sorocaba do Sul, de acordo com a legenda do mais recente mapa de solos do Estado de SC (Atlas, escala 1:1.000.000 - GAPLAN, 1986), estão incluídos em uma associação de 3 tipos de solos:

1) Cambissolo álico, com argila de atividade baixa, horizonte A moderado, textura argilosa e média e relevo forte ondulado à montanhoso.

2) Podzólico Vermelho - Amarelo álico, argila de atividade baixa, horizonte. A moderado, argiloso.

3) Cambissolo latossólico álico e distrófico, com horizonte A moderado, argiloso, relevo forte ondulado.

Em levantamento preliminar mais detalhado, embora mais antigo (SUDESUL/UFSM, 1973), este solo é classificado como Podzólico Vermelho - Amarelo. Esta classificação é confirmada pelo Levantamento Exploratório dos solos da Folha Curitiba (RADAM/Brasil - não publicado). Um dos trabalhos mais recentes é o de LUIZ (1996), onde a autora não discute mas cita os solos das colinas e serras de Sorocaba como sendo "Podzólico Vermelho - Amarelo com horizonte B textural e textura muito argilosa...". Por outro lado, BOULET (1990) em relatório de missão, considerou este solo como "uma cobertura latossólica homogênea".

A classificação do tipo de solo presente nas colinas convexas de Sorocaba do Sul, merece um melhor detalhamento de suas características físicas e químicas, que serão abordadas neste trabalho.

A ocupação do alto vale do rio Inferninho teve início neste século, "*a partir da expansão dos principais núcleos coloniais instalados na região central do litoral*

*catarinense*” (GRANDO, 1995 - . 21). Os primeiros habitantes eram de origem açoriana, posteriormente alemã e italiana.

O sistema de exploração das terras, desde o início da ocupação até os dias atuais, baseia-se na mão de obra familiar e na pequena propriedade, cujos lotes, retangulares e dispostos paralelamente entre si, estendem-se da estrada até o topo dos morros, com acesso às águas. A área das propriedades raramente supera 50 hectares sendo que em geral possuem 50 a 150 m de largura até chegar no divisor de águas, denominado “travessão” (WOLFF, 1995). Esta estrutura fundiária, definida ainda nos tempos coloniais tem dificultado práticas para a conservação do solo, como por exemplo, o plantio em curvas de nível.

A produção agrícola é diversificada e é para subsistência, sendo comercializado o excedente: *“a policultura é a base da organização das atividades agropecuárias”* (GRANDO, 1995 - p.30).

Atualmente, 30,2% são ocupados por mata, 14% por pastagem, 22,8% por capoeira e 33% por agricultura. Como produtos agrícolas comerciais mais importantes, produzidos em 1994, 36% corresponde a culturas anuais (arroz, fumo, feijão e milho); 60% à cultura bianual (mandioca) e 4% à cultura permanente (banana) (GRANDO, 1995).

A exploração da madeira, tanto de qualidade como para lenha, era um dos principais agentes de capitalização desses pequenos produtores. Entretanto, a partir de 1990, com a proibição do corte da Mata Atlântica (Decreto 99547/70) e em 1993 com a proibição do corte e exploração da vegetação primária ou em estágio avançado de regeneração (Decreto 750/93)(WOLFF, 1995), a descapitalização desses agricultores foi progressiva.

A falta de modernização, o êxodo da mão de obra familiar, a descapitalização da pequena propriedade, a falta de assistência técnica, contribuíram para a relativa estagnação (senão retrocesso) da economia deste distrito.

Segundo GRANDO (1995), apenas 50% dos moradores de Sorocaba do Sul dependem da agricultura (sendo que apenas 29% deste percentual são agricultores ativos), o restante é assalariado ou autônomo.

O sistema de cultivo é bastante simples, talvez até mesmo rudimentar. Nas encostas já desmatadas, baseia-se na rotação de culturas e pousio que dura de 2 a 3 anos, permite que a vegetação nativa melhore o teor de matéria orgânica e a estrutura do solo. Após o pousio, o

mato é roçado e queimado ou incorporado ao solo. Em geral, a prática da correção da fertilidade do solo não é comum, eventualmente faz-se calagem.

*“Apesar de existir a prática do pousio, que proporcionava algum tipo de recuperação do solo, a visão predominante entre os agricultores era o da exploração ilimitada dos recursos” (WOLFF, 1995 - p. 139).*

A força de trabalho é basicamente a tração animal com arações que atingem até 20 cm de profundidade. A mecanização é eventual com máquinas, emprestadas pela Prefeitura de Biguaçu, ou microtratores utilizados nos terrenos planos da várzea. Sendo as propriedades de tamanho bastante limitado, as fronteiras agrícolas ocupam áreas independentemente do tipo de relevo e da suscetibilidade dos solos à erosão.

*“Os terrenos de morro eram usados indiscriminadamente para o plantio de culturas anuais e com práticas agrícolas condenadas, se observados alguns aspectos de conservação dos solos” (WOLFF, 1995 - p. 89).*

É comum observar-se cicatrizes formadas por deslizamentos de solo, tanto nas encostas íngremes como nas colinas arredondadas. O termo “Sorocaba” possui certa semelhança com a palavra indígena “Sorocabuçu”, que significa lugar de romper-se, e que estaria relacionada às terras arrastadas em consequência da infiltração da água no solo (WOLFF, 1995).

De acordo com LUIZ (1996), que estudou os movimentos de massa na bacia do Rio Inferninho, as cicatrizes resultantes deste tipo de erosão, são comuns na porção média da bacia, associados a episódios pluviométricos excepcionais recentes, como os de 1988, 1991, 1994 e 1995.

Observa-se que os sinais de erosão superficial são evidentes somente em áreas de culturas anuais e bianuais e em vertentes convexo - côncavas, levando a formação de sulcos de 10-15 cm de profundidade ou mais, dependendo da declividade, do tempo de exposição às intempéries e da intensidade das precipitações. CARDOSO (1995) estudou a cobertura pedológica superficial, suscetível ao fluxo laminar formado em vertente convexo - côncava cultivada, oposta àquela onde se desenvolveram os trabalhos de campo em 1990. Esse estudo levou em consideração as observações de pequenas trincheiras e sondagens, análise para fertilidade, granulometria e porosidade total; analisou ainda a erosividade da chuva, a declividade e o tipo de manejo e conclui:

*“A área estudada está realmente sofrendo degradação através da erosão laminar e em sulcos, causada principalmente pela cultura inadequada (fumo e feijão) e um manejo incompatível com a morfologia, levando a uma perda de nutrientes e a uma modificação nas características físicas (do solo)”*(p. 45).

De qualquer modo, para que ocorra erosão há necessidade de um determinado fluxo de água. Durante os trabalhos que se seguiram no Canto do Januário, a partir de 1990, tem-se notícia de três episódios de enxurradas que assolaram a região: em novembro/91, em fevereiro/94 e em dezembro/95 (veja item 3.1, quanto à pluviometria). Os sinais das enxurradas de 1991 em Sorocaba do Sul, foram registrados em vídeo, onde observam-se movimentos de massa em encostas até mesmo florestadas, em áreas com agricultura e na sedimentação das margens do rio Inferninho, levando inclusive à derrubada da ponte de alvenaria que dava acesso ao Canto do Januário. A vertente convexo - côncava onde desenvolveu-se os trabalhos de detalhe sobre o comportamento físico hídrico deste solo, coberto com pastagem nativa a mais de 15 anos, não mostrou entretanto, sinais de movimento ou deposição de material erodido, o que vem a reforçar a influência do tipo de manejo e de cobertura vegetal no processo de erosão superficial.

Deste modo, há de se realçar, os solos de Sorocaba do Sul, em relevo acidentado, submetido a precipitação acentuada no período de outubro a março (RUELLAN, 1953) embora sem período seco como já mencionado, sob manejo e uso inadequados, é suscetível à movimentos de massa nas encostas, e erosão em sulcos em terrenos cultivados (CARDOSO, 1995). É possível que esta tendência ao desenvolvimento de processos erosivos esteja relacionada a uma predisposição da cobertura pedológica em função de suas características físicas, condicionantes do funcionamento hídrico interno.

### 1.3. Aspectos Metodológicos Gerais

#### 1.3.1. Caracterização da Cobertura Pedológica em Campo

Os procedimentos detalhados que abrangem a análise estrutural da cobertura pedológica (AE), estão bem descritos em BOULET (1988a) que os subdivide em duas etapas:

- I) a análise bidimensional;
- II) a análise tridimensional e cartografia.

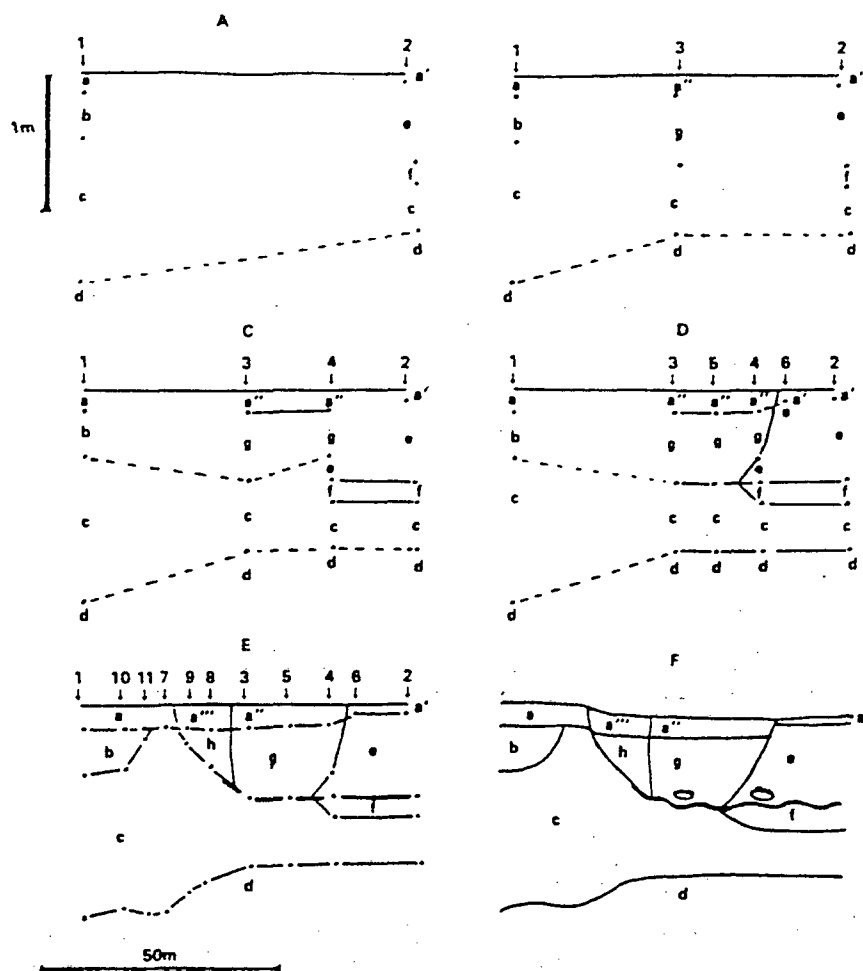
A análise bidimensional inicia-se pela definição de um transecto (seqüência) do topo a base da vertente (Figura 8). Com a topografia do terreno, sondagens e trincheiras, resultados de análise, desenha-se o transecto em duas dimensões (representação bidimensional). Num segundo momento, sondagens e trincheiras observadas no entorno do transecto, possibilitam o reconhecimento da distribuição espacial dos horizontes, que serão delimitados por curvas de isovalores (curvas de isodiferenciação), dando o caráter tridimensional à representação cartográfica.

A AE, prioriza o reconhecimento e cartografia detalhados dos horizontes pedológicos, seus limites e transições e as modificações das características, compatibilizando as distintas escalas, do maior ao menor detalhe, tratando de observar o solo como um “continuum pedológico” (QUEIROZ NETO, 1988). Também permite deduzir a dinâmica, a partir de medidas que consideram, segundo RUELLAN (1988), a cobertura pedológica “...como meio organizado e estruturado”. Segundo o mesmo autor, entre as prioridades de pesquisa em pedologia está o

*“... funcionamento das transferências sólidas, líquidas e gasosas, sendo que o mais importante hoje é, sem dúvida, melhorar nossos conhecimentos sobre as transferências hídricas da água e das soluções, em função dos sistemas estruturais e dos sistemas biológicos...” (p. 413).*

SALOMÃO (1994) estudando o comportamento hídrico da coberturas pedológicas da região de Bauru (SP), através da abordagem da AE, confirma que

*“...não somente a diferenciação vertical dos horizontes do solo (perfil) deve ser considerada, mas também a diferenciação lateral, ao longo da vertente. Esse procedimento permite obter importantes contribuições para entender a gênese e a dinâmica da cobertura pedológica” (p. 19).*



(descrição sucinta dos horizontes)

- as transições  
são muito  
progressivas
- a: Horizonte húmifero bruno escuro (7,5YR 3/3), arenoso.
  - b: Horizonte bruno vivo (7,5YR 5/7), areno-argiloso a argilo-arenoso.
  - c: Horizonte amarelo (10YR 5,5/8) com volumes vermelhos (5YR 6/8) mais ou menos endurecidos. Arenoso.
  - d: Horizonte amarelo claro (10YR 6/6), volumes vermelhos com periferia ocre. Arenoso. Na base flutua um lençol freático.
  - a': Horizonte cinza claro, arenoso com muitas areias lavadas.
  - e: Horizonte de areia pura branca.
  - f: Horizonte com limite superior abrupto, bruno vivo (7,5YR 5/7), com rede bruna (10YR 5,5/3) e domínios bruno escuros (7,5YR 3,5/4) no topo do horizonte e penetrando nas fissuras verticais.
  - a'': Horizonte húmifero bruno cinza, com volumes milimétricos bege na base.
  - g: Horizonte amarelo claro, arenoso, com volumes milimétricos bege claro no topo.
  - a''': Horizonte húmifero bruno cinza (10YR 4/3), arenoso.
  - h: Horizonte amarelo (10YR 5,5/6) tornando-se cada vez mais claro e mais arenoso em direção do horizonte g.
- ~ Frente de transformação deixando acima relíquias do horizonte inferior, sem (○) ou com (⊖) acumulação de matéria orgânica.

Figura 8: Etapas sucessivas da análise estrutural de um segmento de transeção sobre uma barra pré-litorânea (BOULET, 1988a)

Na colina convexo - côncava do Canto do Januário, os trabalhos de AE desenvolveram-se em dois momentos distintos: em 1990, quando investigou-se os solos do topo com depressões e parte da vertente, realizando-se a AE, com representação bidimensional e tridimensional da cobertura pedológica (esta última somente no topo, com o mapeamento das curvas de isodiferenciação); em 1993/1994, quando se detalhou diversas características dos solos da média e baixa vertente e desenvolveu-se a AE, representando-se os distintos horizontes apenas de forma bidimensional, constituindo-se motivo principal do presente trabalho.

Os trabalhos desenvolvidos em 1993/1994, buscaram conhecer as características físicas desses solos e definir o seu comportamento hídrico, constituindo-se em subsídio ao entendimento das relações solo - vegetação e armazenamento hídrico. A partir das sondagens preliminares com trado, definiu-se uma seqüência principal, através das características de cor, textura ao tato, umidade ao tato, transição entre camadas, sinais de hidromorfia, posição topográfica e profundidade. Seguiu-se a representação bidimensional preliminar da seqüência principal onde, após, foram locadas as trincheiras. A partir destas, foi possível a observação da estrutura, tipo de transição, porosidade, além da confirmação das características observadas nas tradagens. Nas trincheiras, retirou-se amostras deformadas para análises de laboratório e amostras indeformadas para micromorfologia, porosimetria à mercúrio, curva de retenção e porosidade total. Com o trado foi possível retirar em outros pontos, que não apenas os das trincheiras, amostras para granulometria e análises químicas.

### **1.3.2. Caracterização do Solo em Laboratório**

Os trabalhos desenvolvidos em 1990, basearam-se em descrições de campo a partir da abertura de trincheiras no topo e vertente e sondagens com trado. As análises laboratoriais restringiram-se à granulometria de solos de duas trincheiras do topo (TJ e TR). As análises granulométricas foram realizadas com dispersante, determinando-se por pipetagem as frações argila e silte, e por peneiragem as frações areia fina e areia grossa.

Para os solos da vertente e baixada (1993/1994), as análises laboratoriais foram mais diversificadas. Para a caracterização física, química e mineralógica do solo, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas. As amostras deformadas foram coletadas em todos os

horizontes dos perfis da topossequência principal e as amostras indeformadas, foram coletadas somente em três perfis (TS, TD e TB), onde foram abertas trincheiras.

As análises granulométricas foram realizadas com dispersante em todos os perfis da topossequência principal, determinando-se por pipetagem as frações argila e silte, e por peneiragem as frações areia fina e areia grossa. Foram realizadas também análises granulométricas sem dispersante, em quatro perfis (TS, TS1, TB e TS3), para determinação da argila dispersa em água.

As análises químicas foram realizadas em dez amostras, sendo sete coletadas em horizontes do perfil TS1 e três coletadas em horizontes do perfil TB. Os aspectos determinados foram bases trocáveis, o C orgânico, o pH; com isso foram calculados a capacidade de troca de cátions e a saturação de bases.

Dos mesmos horizontes onde foram retiradas as amostras para análises químicas, foi coletada a fração argila de cada uma delas para realização de análises mineralógicas através de difração de raios X, sendo estas preparadas com 4 tratamentos distintos.

Análises micromorfológicas foram realizadas a partir de lâminas delgadas de amostras indeformadas, retiradas das trincheiras TS, TD e TB, e analisadas em microscópio petrográfico.

A porosidade total foi determinada a partir da obtenção da Densidade Real e Densidade Aparente de amostras coletadas nas trincheiras TD e TB.

A porosimetria à mercúrio foi realizada em 6 amostras indeformadas retiradas dos perfis TD e TB, obtendo-se a curva diferencial de intrusão em relação ao diâmetro dos poros preenchidos, a curva cumulativa de área de poros, o diâmetro dos poros e o incremento de área de poros em função da redução do diâmetro dos mesmos.

### **1.3.3. Caracterização do Comportamento Hídrico do Solo**

Num período de 18 meses (de julho de 1993 a dezembro de 1994) foram efetuadas várias determinações. A pluviometria foi registrada diariamente no local (Canto do Januário), durante todo o período que durou o monitoramento do comportamento hídrico da cobertura pedológica.



Instalaram-se nove tensiômetros em 3 pontos da seqüência principal (TS1, TB e TD), que foram monitorados diariamente durante 98 dias.

Foram instalados 8 piezômetros em diferentes profundidades, em três pontos da topossequência principal, monitorados durante 14 meses.

Foram selecionados 8 pontos na topossequência principal onde coletou-se quinzenalmente com trado, durante 16 meses, amostras de solo, desde a superfície até 120 cm de profundidade, para a determinação do teor de umidade atual.

Curvas de retenção foram obtidas através da Câmara de Richards, para 12 amostras indeformadas, com pressões que variaram de 0,1 a 15 bares, retiradas das trincheiras TD e TB.

A escolha dos pontos e horizontes para coleta de amostra para análises laboratoriais e monitoramento hídrico, buscou caracteriza sempre que possível, todos os horizontes, senão aqueles mais representativos em termos de abrangência na topossequência principal.

A presença do lençol freático permanente, próximo à superfície nos perfis da baixada (perfis L, O, C, C1, TS3, A e TS3), prejudicou a coleta de amostras indeformadas. Cita-se também as eventuais semelhanças em campo (perfis TS, TS1 e TD por exemplo), que levaram a eleição de um ou outro perfil para determinado tipo de análise ou monitoramento.

As diferenças mais expressivas entre os perfis da encosta e os da baixada, levaram a determinação do perfil TD, ou outro à montante deste, como representante dos perfis da encosta; o perfil TB foi representante dos perfis da base da vertente e baixada para a maioria das análises. A partir desses perfis, em função da saturação dos horizontes da baixada, não foi possível a abertura de trincheiras nem a coleta de amostras indeformadas.

#### **1.3.4. Organização dos Dados e Cartografia**

Os dados numéricos foram organizados em planilhas eletrônicas com auxílio do sistema Excel versão 7.0 para Windows 95, e representados através de gráficos automáticos e manuais.

As descrições e interpretações foram organizadas com auxílio do sistema Word versão 7.0 para Windows 95 e em parte foram cartografadas em forma bidimensional.

## 2. ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DA COBERTURA PEDOLÓGICA

### 2.1. Caracterização de Campo

#### 2.1.1. Os solos do topo com depressões

Parte da descrição a ser apresentada no item 2.1.1., bem como a Figura 6 e a Figura 9 e parte da Prancha 1 que o ilustram, foram elaboradas a partir dos trabalhos de campo referentes ao topo com depressões e topossequência convexo - côncava, desenvolvidos em 1990, no Canto do Januário. Resumo deste trabalho foi apresentado em Mesa Redonda, sobre a Organização e Dinâmica Interna da Cobertura Pedológica e sua importância para a Compreensão da Morfogênese, em dezembro de 1991, na cidade de Caen - França (BELTRAME et al., 1991).

Descrivendo-se os solos do topo da colina, tem-se:

Horizonte 1, humífero bruno escuro (horizonte A): (10 YR 3/2 a 3/3), aparece ao longo das topossequências com espessura em torno de 20 cm mas aumenta para as depressões; apresenta manchas bruno - amareladas ao longo de canais e raízes, indicando leve hidromorfia. A textura é siltico - argilosa, com grãos de quartzo limpos no interior de poros tubulares. A estrutura apresenta agregados poliédricos subangulares desenvolvidos; a porosidade é principalmente fissural entre agregados, localmente horizontalizada com manchas mais claras, indício também de leve hidromorfia. A transição para o horizonte inferior, na parte cimeira da colina, é marcada pela interpenetração de material bruno mais escuro, ao longo dos poros tubulares, sobre o material do horizonte sotoposto. Nas depressões e nos colos entre depressões, a transição para o volume inferior é mais abrupta.

Horizonte 2, bruno amarelado (horizonte B<sub>21</sub>): mais superficial (10 YR 5/6 a 5/7), bifásico com uma fase brunada (10 YR 4/2), preenchendo tubos e fendas verticalizadas, aparece apenas no topo da colina. Em direção às depressões, ele é interrompido lateralmente, quando o horizonte 3 aparece diretamente sob o humífero de superfície (Figura 9). Na topossequência 3 (Figura 6), esse horizonte não foi encontrado; no entanto,

na parte montante dentro do horizonte 3 bruno vivo (7,5 YR 5/6) aparece uma lente bruno amarelada que desaparece a jusante. A cor torna-se mais clara em profundidade, numa espessura total de 1 m. A textura torna-se argilosa para a base do horizonte, ainda com grãos de quartzo grosseiro. A superestrutura é prismática, com volumes de 7 a 8 cm de largura, desfazendo-se em agregados poliédricos de 2 a 3 cm, angulosos, com faces parcialmente lisas. A porosidade entre agregados é fissural, com fendas verticais mais fechadas em profundidade; a porosidade entre agregados, tubular, é fracamente desenvolvida. A transição para o horizonte inferior é progressiva, a cor passa a 10 YR 5/4, com interpenetração através da porosidade fissural vertical.

Horizonte 3, bruno vivo (horizonte B<sub>22</sub>): (7,5 YR 5/6) com uma fase mais escura na parte superior, sob a forma de revestimentos ao longo das paredes das fissuras, ocorre de modo contínuo ora abaixo do horizonte 2, bruno amarelado, na parede cimeira da colina, ora sob o horizonte 1 humífero, no interior das depressões; sua espessura é de cerca de 50 cm a 100 cm. Na topossequência 3 (Figura 6), localizada num colo entre duas depressões, esse horizonte também aparece diretamente sob o horizonte humífero superficial. A textura e a estrutura são similares às do horizonte 2; a porosidade é menos desenvolvida, principalmente fissural, mas também com poros tubulares grosseiros, correspondendo a galerias biológicas, e contem pequenos volumes ferruginosos avermelhados; as raízes mais grossas acompanham os poros fissurais e tubulares maiores. No interior das depressões, a porosidade tubular de origem biológica aumenta, algumas vezes envolvida por auréola amarelada, sobretudo na base do horizonte. A transição para o horizonte inferior é gradual, mas com contraste de cor; para o horizonte amarelo de profundidade (Figura 9), no centro das depressões, apresenta pequenos volumes amarelos, bastante contrastados, que tornam-se progressivamente mais abundantes.

Horizonte 4, vermelho amarelado (horizonte B<sub>23</sub>): (5 YR 5/8), é interrompido no centro das depressões (Figura 9) pelo horizonte 7, amarelo de profundidade. Apresenta pequenos volumes vermelhos e a textura é argilosa como a anterior. A estrutura é formada por agregados poliédrico angulares pequenos, com tendência a agrupar-se em prismas, principalmente em direção às depressões. Esse horizonte apresenta aspecto mais compacto, com porosidade fissural entre agregados menos nítida; algumas fissuras verticais mais desenvolvidas aparecem em continuidade aos primas do volume superior; a porosidade tubular corresponde à galerias biológicas, mais freqüentes no interior da depressão.

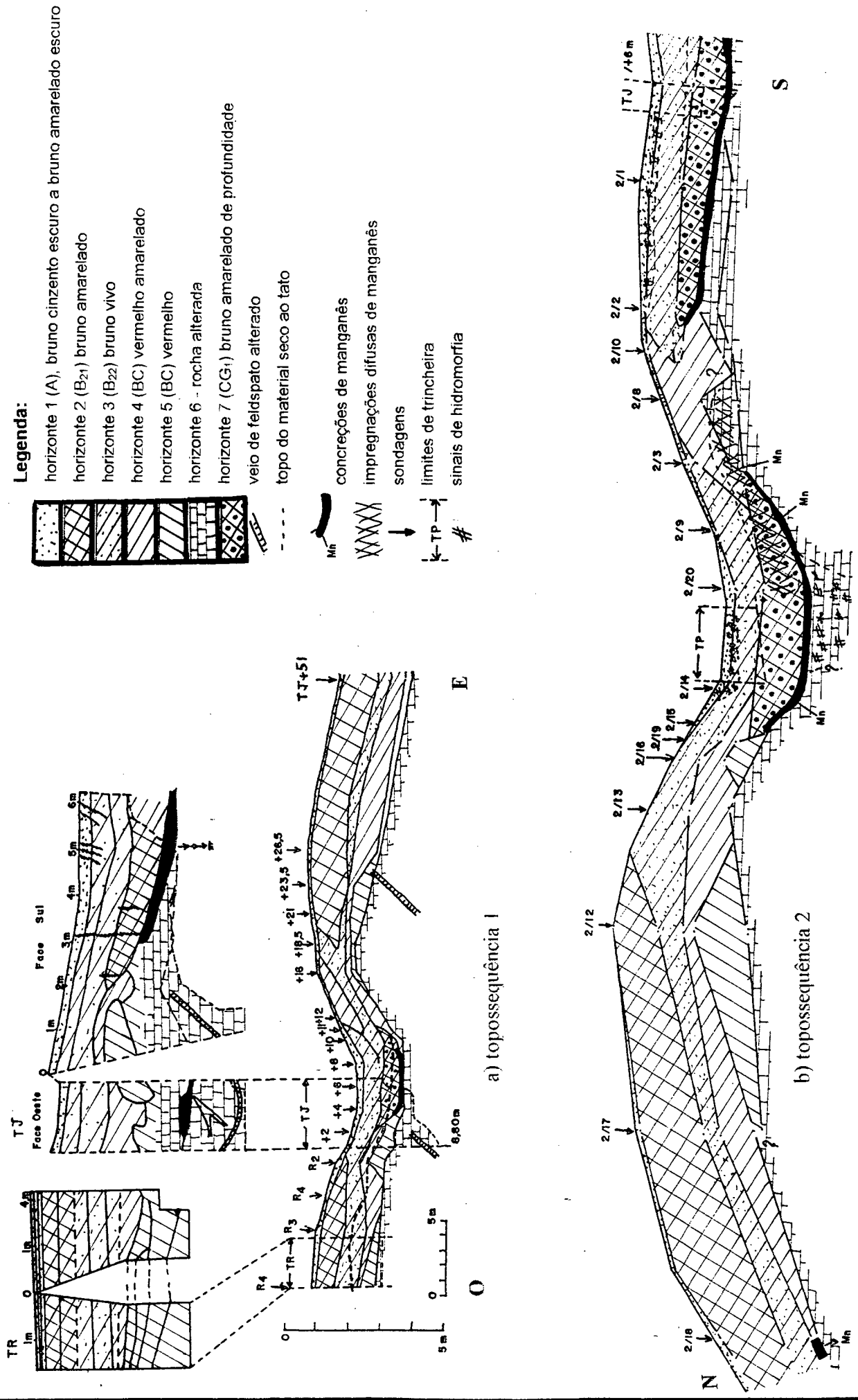


Figura 9: Detalhe das topossequências 1 e 2 localizadas no topo com depressões fechadas (BELTRAME et al., 1991)

A transição para o horizonte inferior pode ser progressiva ou mais abrupta, com o aumento da quantidade dos pequenos volumes vermelhos; lateralmente, para o horizonte amarelo de profundidade, tornam-se mais abundantes pequenos volumes amarelos. As observações de campo indicam um aumento da umidade em profundidade até o horizonte 3 ou 4, na parte mais alta da topossequência, e o material torna-se mais plástico. Em direção às depressões, como mostra a Figura 9, o limite entre a área úmida e a seca ao tato aparece no interior do horizonte 7, amarelo de profundidade.

Horizonte 5, vermelho (horizonte BC): (2,5 YR 5/7 a 5/8), com espessura variável também interrompido pelo horizonte 7, é uma transição entre o 4 e a rocha alterada. Apresenta zonas totalmente pedoplasmadas, mas com volumes mais vermelhos de coloração homogênea, ao lado de zonas com arquitetura conservada da rocha, com maior variação de cor. A textura é argilo-siltosa, com a presença de mica e concentrações negras ou vermelho escuras, às vezes endurecidas. A estrutura é mais maciça com agregados poliédricos pequenos e pouco nítidos nas partes pedoplasmadas; nas zonas de arquitetura conservada da rocha aparecem poros tubulares e raízes grossas. A transição para o volume inferior é progressiva, com diminuição das zonas pedoplasmadas, até o aparecimento dominante da estrutura conservada da rocha.

Horizonte 6, vermelho (rocha alterada C): (10 YR 5/8 a 2,5 YR 4/8), tem coloração variegada devido a presença de pequenos volumes esbranquiçados e pulverulentos (feldspatos alterados) e violáceos. A estrutura da rocha é conservada, a textura é siltosa, com a presença de mica, grãos e veios de quartzo. Apresenta galerias e tubos de origem biológica, com raízes que alcançam mais de 4 metros de profundidade. Lateralmente na depressão (trincheira 9), aparece uma zona violácea com estrutura da rocha conservada, que apresenta grão negro sobretudo próximo à transição com o horizonte 7 de profundidade: trata-se de um fácies do migmatito.

Horizonte 7, bruno amarelado de profundidade (horizonte CG<sub>1</sub>): (10 YR 6/8) aparece como uma lente na depressão (Figura 9), também lateralmente na topossequência do colo, indicando ser contínuo nas partes baixas da topografia local; sua espessura pode atingir mais de 50 cm. A textura é muito argilosa, com grão de quartzo grosseiros; a estrutura é formada por pequenos agregados poliédricos; como nos horizontes anteriores, é atravessado por poros tubulares de origem biológica. Na transição lateral para os horizontes vermelhos ocorrem pequenas “ilhas” reliquiaes destes, que tornam-se progressivamente mais

abundantes; da mesma forma, para o topo, aparecerem de modo crescente pequenos volumes vermelho-amarelados: esses aspectos indicam que o horizonte amarelado de profundidade desenvolve-se a partir de seus vizinhos. Pode apresentar manchas e pequenos volumes bruno acinzentados, indicando ligeira hidromorfia localizada. Contem também pequenos nódulos friáveis, ferruginosos. A transição para o horizonte inferior é abrupta.

Horizonte 8 (horizonte B<sub>Mn</sub>): apresenta nódulos endurecidos e negros, que parecem corresponder à impregnação de ferro e/ou manganês, numa espessura de 10 a 20 cm, formando uma espécie de rede envolvendo o material siltoso bruno amarelado. A transição para a rocha com estrutura conservada é abrupta.

Esse horizonte aparece também no colo que separa as depressões; aqui de modo mais nítido, apresenta uma expansão lateral maior que a do horizonte 7 bruno amarelado de profundidade. Na trincheira P, da topossequência 2 (Figura 9), situada dentro de uma depressão, a partir de 130 cm de profundidade aparece uma zona com manchas azuladas a acinzentadas e amarelas, na base do horizonte bruno amarelado de profundidade, indicando uma hidromorfia mais acentuada. Essa hidromorfia aparece também na parte superior da rocha com estrutura conservada, a 220 cm de profundidade até cerca de 300 cm de profundidade, sempre acompanhada pela impregnação de manganês. Pela posição ocupada percebe-se que essa hidromorfia é independente da leve hidromorfia de superfície, mais visível na trincheira P que na trincheira J da topossequência 1.

As características de campo permitem levantar hipóteses sobre o **funcionamento hídrico da cobertura pedológica do topo da colina**. Logo abaixo do horizonte humífero superficial, aparece uma estrutura prismática, com grandes fissuras verticais, que constituem caminhos preferenciais da água. Esse aspecto é ressaltado pela presença de recobrimento brunado, ao longo das paredes das fissuras e canais tubulares, representando a interpenetração de material mais húmico, do horizonte superior.

A infiltração da água no interior dos prismas deve ser bastante lenta, pois o interior destes permanece menos úmido do que nos horizontes superiores e inferiores. Apesar da presença de macroporosidade verticalizada entre prismas, a diminuição da porosidade interagregados entre o horizonte superior e o amarelo, deve ser decisiva para diminuir a capacidade global de infiltração. Dessa maneira, é provável que ocorra uma circulação lateral de água, acima do horizonte com estrutura prismática, principalmente na base do horizonte humífero de superfície. Abaixo do horizonte bruno amarelado mais superficial, o

aumento de umidade e sua homogeneização indicam uma melhor distribuição da água. No entanto, as fissuras verticalizadas continuam constituindo-se em caminhos preferenciais, pois apresentam coloração brunada até pelo menos 120 cm de profundidade.

A variação de cor em profundidade, cada vez mais avermelhada também pode estar relacionada ao comportamento da água, o que precisaria ser acompanhado ao longo do ano. No entanto, a presença de material de coloração mais amarelada na porosidade tubular, principalmente no interior do material mais avermelhado, seco ao tato, bem como a coloração ao longo das faces subverticais, mostram que esses caminhos preferenciais de circulação das soluções sofreriam inclusive, condições de redução, suficientes para induzir diferenciações ferruginosas.

Observando a configuração do limite superior do material seco ao tato, na Figura 9, percebe-se que é paralelo à topografia do terreno, coincidindo pelo menos em parte com a posição do horizonte 7, bruno amarelado de profundidade, e 8 de concentração de manganês. O desenvolvimento desse horizonte mais amarelado em profundidade, nas depressões, indica uma acumulação de umidade. A presença de hidromorfia acentuada em profundidade, como assinalado na trincheira P da topossequência 2, testemunha esse fato.

A concentração importante de manganês no fundo das depressões também resulta de circulação preferencial de soluções nessa direção. Com efeito, esse elemento não é muito abundante na rocha e sua concentração implica num aporte lateral pelas soluções.

O paralelismo entre o limite superior do material seco ao tato e a superfície topográfica, com também a descontinuidade lateral do horizonte bruno amarelado mais superficial, levantam a questão da circulação hídrica, tal como indicada e a gênese das depressões.

PELLERIN et al. (1997), estudaram outra depressão fechada periodicamente inundada, no Distrito de Sorocaba do Sul, próximo aquela citada anteriormente. Os horizontes citados pelos autores, assemelham-se aos já descritos. A depressão, nesse caso, interrompe o horizonte bruno vivo e o horizonte bruno amarelado. Estes horizontes, encontram-se às margens da depressão. No fundo desta, desenvolve-se um horizonte hidromórfico cinza claro e branco argiloso, e abaixo deste, um horizonte argiloso de cor variegada, seguido por um horizonte bruno amarelado de profundidade e por um horizonte com concreções de óxido de manganês. Os solos desta depressão também mostram que a

pedogênese acompanha o relevo e salientam que para a formação de óxidos de manganês de forma concentrada conforme encontrado, requer aeração, assinalando a porosidade desses materiais.

A presença das depressões fechadas de topo, estando uma delas permanentemente com água, mostra o desenvolvimento de processos morfopedogenéticos especiais. Os horizontes pedológicos encontrados no topo e vertente podem ser reunidos em quatro grupos principais: a) horizonte A1 na parte superior, de cor bruna, húmifera, com estrutura poliédrica a grumosa, porosidade fissural e tubular interagregados importante; b) horizonte Ap ou A1, bruno amarelado com estrutura prismática na parte superior, seguindo grandes fissuras verticais, passando em seguida à uma estrutura poliédrica com porosidade fissural interagregados medianamente desenvolvida; c) horizonte B2, bruno vivo, de máxima acumulação de argila e estrutura poliédrica bem desenvolvido; d) horizonte B3, vermelho com litorrelíquias derivadas do migmatito. Não há presença de colúvio no interior das depressões, o que mostra que não são formadas a partir de processos erosivos superficiais. A hipótese de erosão geoquímica é apoiada também pela presença da superestrutura prismática, exclusiva do topo, que indica caminhos preferenciais da água para as camadas inferiores, a grande responsável pela formação das depressões, favorecida por condições estruturais e petrográficas da rocha matriz. (BOULET et al., 1991).

Essas considerações indicam a necessidade de um estudo e acompanhamento do comportamento hídrico dos solos, como será visto a seguir.

### **2.1.2. Solos da Vertente e Baixada**

As observações realizadas na topossequência 5 em 1990 (Prancha 1), representam um marco importante para o presente trabalho, uma vez que definem a caracterização física básica, da cobertura pedológica da grande vertente convexo - côncava. Pela sua forma, comum na paisagem local, e por sua posição próxima a um afluente do rio Inferninho, foi considerada representativa para investigações quanto ao comportamento hídrico, deste tipo de cobertura pedológica. Nos períodos compreendidos entre maio e setembro de 1993, e no mês de abril de 1994, as investigações foram retomadas com a abertura de trincheiras, dando maior atenção à parte media/baixa da vertente, para a caracterização do seu funcionamento hídrico. Com isso, obteve-se o detalhamento da parte baixa da topossequência (Prancha 2), onde foram efetuados os estudos do comportamento hídrico e



monitoramentos, durante 16 meses. Esta parte da seqüência, que passar-se-á a denominar de toposseqüência principal apresenta um desnível de 4 m, do perfil TS até a base, no perfil TS4 (Prancha 1 e 2) e 37 metros de extensão. Localiza-se em um pequeno interflúvio, o qual separa duas partes da várzea, que influenciam decisivamente o comportamento hídrico, desta cobertura pedológica (Figura 10 e foto da capa). As sondagens preliminares mostravam o lençol próximo à superfície e que, em função da topografia e das características físicas dos horizontes, se redistribuiu lateralmente à toposseqüência principal.

A análise estrutural foi iniciada no campo por sondagens com trado ao longo da transeção principal (Figura 10), cuja topografia foi levantada com clinômetro, trena e metro (Figura 10).

As amostras retiradas inicialmente de 20 em 20 cm, permitiram determinar a cor (de acordo com a tabela de cores MUNSELL), a textura ao tato, a presença de feições (sinais de hidromorfia, manchas ferruginosas), umidade ao tato, presença do lençol freático, etc. Uma fração das amostras foi guardada no pedocomparador. Uma vez caracterizados os horizontes e a topografia, representou-se a toposseqüência em papel milimetrado de forma bidimensional e com isso, definiu-se o local de abertura das trincheiras. As paredes das trincheiras foram cuidadosamente analisadas quanto a estrutura, porosidade, atividade biológica, além das características também observadas nas tradagens. Coletou-se amostras deformadas e indeformadas para análises laboratoriais. Representou-se o transecto bidimensionalmente (Pranchas 1 e 2), caracterizando-o de forma definitiva.

Passar-se-á a descrever a caracterização dos horizontes do topo, da vertente e baixada, que pode ser acompanhada pelas Pranchas 1 e 2.

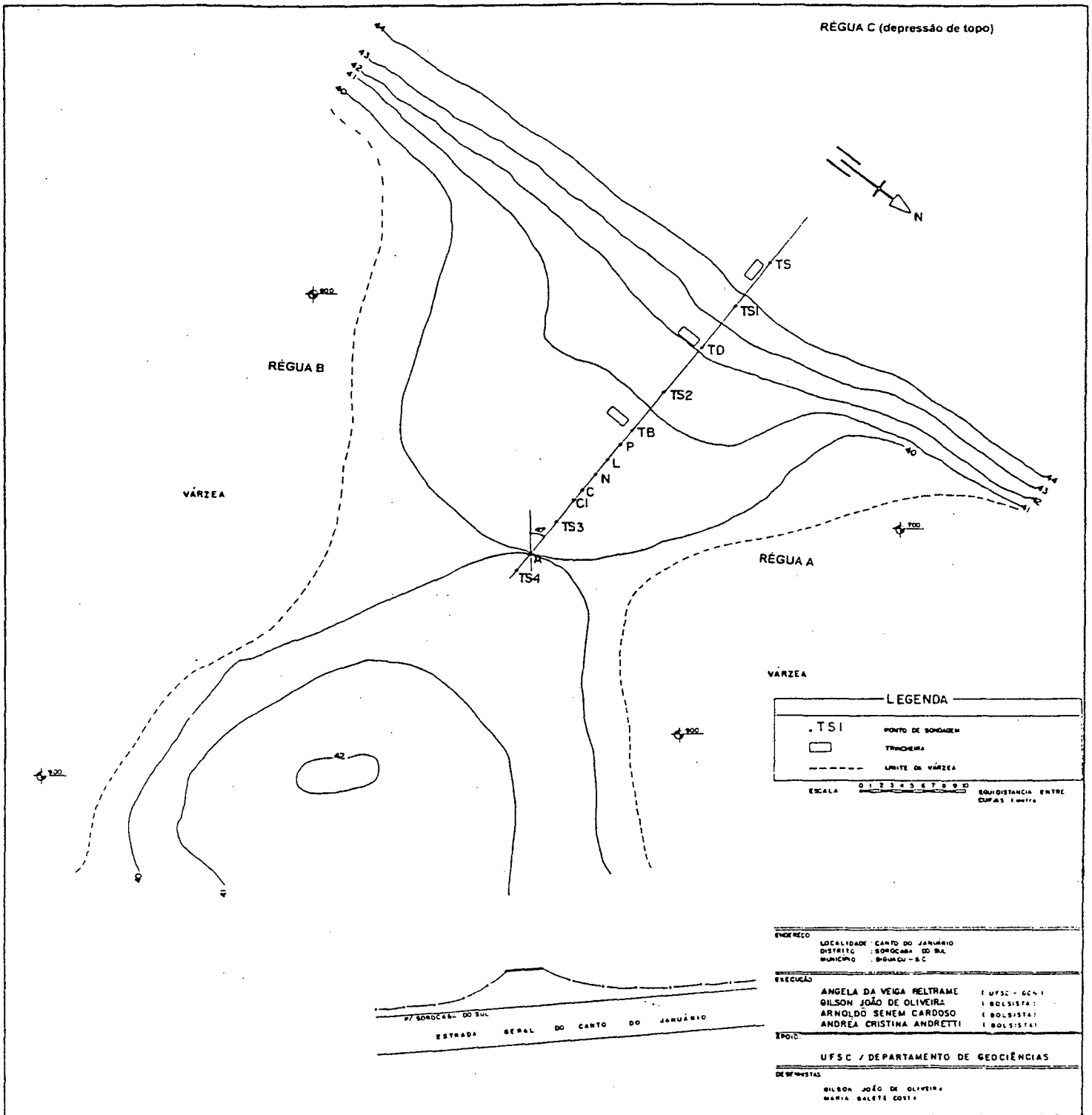


Figura 10: Topografia da topossequência principal.

**Horizonte 1 (A) - 0-20 cm; Bruno Cinzento Escuro a Bruno Amarelado Escuro** (10YR 4/2, 3/2, 3/3, 3/4), presença de matéria orgânica; manchas brunadas que acompanham as raízes. Estende-se por toda a toposseqüência, inclusive no topo, depressões e colo. A textura é argilosa; a consistência é firme, não friável, quando molhada é plástica e pegajosa, com muita areia fina sem areia grosseira, embora com alguns fragmentos de quartzo. A estrutura poliédrica é grande e bem desenvolvida; mais próximo à superfície e da baixada a estrutura torna-se poliédrica média a pequena. A porosidade tubular é pouco visível; há porosidade fissural e de arranjo entre torrões. Há grande quantidade de raízes. Na baixada apresenta porções com manchas de hidromorfia. A transição para o volume inferior dá-se por interpenetração do horizonte superior no horizonte bruno amarelado inferior em formas tubulares com espessura de 0,5 e 2 cm de comprimento, correspondendo ao **horizonte 1A** (Prancha 2). Ocorre em toda a vertente. Traçando-se uma correlação com o perfil de solo hipotético (LEPSH, In. MONIZ, 1972), este horizonte corresponde ao A, caracterizado pela cor escura e alto conteúdo de matéria orgânica misturada com material mineral, e influência do uso com pastagem.

**Horizonte 2 (B<sub>21</sub>) - 20/30-140/210 cm; Bruno Amarelado:** (10 YR 5/4 a 5/8); encontra-se em toda a vertente, e apresenta espessura média de 170 cm, presença de manchas avermelhadas a jusante da toposseqüência. A textura é argilosa, de consistência plástica e pegajosa com muito pouca areia grosseira e fragmentos de quartzo. Estrutura poliédrica bem desenvolvida na média e alta vertente e poliédrica subangular média a pequena na parte baixa. A porosidade é tubular centimétrica e fissural interagregados, bem desenvolvida. Na parte baixa da seqüência há indícios de forte hidromorfia, modificando algumas características deste horizonte e por isso foi subdividido em 2A. A transição para o horizonte inferior é plana e progressiva. Este horizonte foi considerado horizonte B<sub>21</sub> do perfil hipotético, pela maior expressão da estrutura poliédrica e cor, apresentando ainda certa influência do horizonte sobrejacente.

**Horizonte 2A (Bg) - 20/30-50/100 cm; Bruno Amarelado com Hidromorfia:** corresponde a uma modificação do horizonte 2; ocorre só na parte mais baixa da vertente, apresentando maior teor de umidade na época da observação, cor bruno amarelada, mosqueamento acinzentado 10YR4/2 e amarelado 10YR6/6, sinais de hidromorfia com a

proximidade da várzea; textura argilo - arenosa sem areia grosseira; estrutura poliédrica subangular média a pequena. Corresponde ao horizonte B com gleyzação.

**Horizonte 3 (B<sub>22</sub>) - 140-230 cm; Bruno Vivo:** (7,5 YR 5/6, 5/8) com algumas manchas amarelo brunadas associadas à porosidade tubular e algumas manchas vermelhas muito difusas. Aparece na porção alta e média da vertente, mas não no terço inferior; seco ao tato. A textura é argilosa, com consistência plástica e pegajosa, com muita areia grossa, com cascalhos (fragmentos de quartzo centimétricos). A estrutura é poliédrica grande e fortemente desenvolvida se desfazendo em poliedros menores. Porosidade fissural e tubular visível. Aparecem alguns nódulos vermelhos e de argila, como também impregnações escuras, possivelmente de manganês; raízes são raras. A transição para o volume inferior é plana e gradual. Foi considerado horizonte B<sub>22</sub> em relação ao perfil hipotético, alto teor de argila (a ser confirmado no item Granulometria).

**Horizonte 4 (BC<sub>1</sub>) - Amarelo Brunado:** (10YR 6/4 a 6/6, 6/8 e 7/4) aparece apenas na parte baixa da topossequência; é mosqueado em tons que variam do bruno avermelhado claro a vermelho claro e amarelo brunado, respectivamente 2,5YR6/4 a 6/6 e 10YR6/8, muito úmido porém com camadas de material seco ao tato; textura argilosa com areia grosseira, estrutura poliédrica centimétrica; porosidade tubular nítida e abundante. Apresenta características de gleyzação, sendo portanto caracterizado como horizonte BC do perfil hipotético.

**Horizonte 5 (G<sub>1</sub>) - Cinza Claro a Oliva, Gleyzado:** (5Y5/3 a 7/1); aparece na parte mais baixa menos drenada da topossequência; de cor cinza claro a oliva com manchas avermelhadas numerosas, muito úmido; de textura argilo - arenosa com areia grosseira. Em função da forte hidromorfia, foi considerado horizonte G do perfil hipotético.

**Horizonte 5A (G<sub>2</sub>) - Cinza Claro a Oliva, Gleyzado - com hidromorfia:** aparece apenas em TS4 entre 50 e 80 cm de profundidade; semelhante ao volume 5 gleyzado, porém com mais manchas avermelhadas e de hidromorfia de cor brunada e amarelada; bastante úmido ou saturado.

**Horizonte 5B (G<sub>3</sub>) - Cinza Claro a Oliva, Gleyzado - com relíquias da rocha:** corresponde a uma variação do volume 5; aparece apenas em TS4 entre 160 e 200 cm de profundidade; semelhante ao volume 5 gleyzado; com manchas abundantes de hidromorfia, brunadas e amareladas; rico em seixos e feldspatos alterados.

**Horizonte 6 (CG<sub>1</sub>) - Bruno Amarelado de Profundidade:** ocorre de forma isolada abaixo de 150 cm em duas regiões da parte baixa da topossequência; de cor bruno amarelada (10YR 5/6, 5/8) com manchas avermelhadas e acinzentadas; textura argilosa com muita areia, cascalho e seixos de quartzo. Mostra influência da rocha alterada e gleyzação e por isso foi denominado CG<sub>1</sub>, em relação ao perfil hipotético.

**Horizonte 7 (BC<sub>2</sub>) - Variiegado com Relíquias da Rocha:** (branco, amarelo - brunado, amarelo avermelhado) com relíquias da rocha dispersos no material pedogeneizado; manchas de hidromorfia no contato com a rocha alterada onde, eventualmente, encontra-se água livre; concreções vermelhas e pretas (possivelmente de ferro e manganês); arenoso e cascalhento. Mostra-se como uma transição para a rocha alterada e por isso foi definido como horizonte BC do perfil hipotético.

**Horizonte 7A (BC<sub>3</sub>) - Vermelho com Relíquias da Rocha:** encontrado na parte alta da topossequência, corresponde a uma variação do horizonte 7, porém com cor violácea (2,5 YR), semelhante ao horizonte vermelho encontrado na alta vertente. Também denominado BC.

**Horizonte 7B (BC<sub>4</sub>)- Vermelho Amarelado:** (5YR 5/8) não homogêneo, com manchas amarelas difusas interagregados e nas faces estruturais. Aparece na alta vertente (Prancha 1) e a espessura média é de 50 cm e ocorre de 220 a 390 cm. A textura é argilosa, com consistência muito plástica e pegajosa, com presença de areia grossa limpa. A estrutura é poliédrica grande, moderada e bem desenvolvida. Porosidade é fina tubular e fraca; existem muitos fragmentos de quartzo (1 a 2 cm) subarredondados e angulosos e começam a aparecer cascalhos; aparecem impregnações de negras e alguns nódulos vermelhos, possivelmente ferruginosos; também aparecem alguns pedotúbulos. A transição para o volume inferior é difusa e ondulada. Provavelmente representa variação do 7A da base da vertente.

**Horizonte 8 (BC<sub>5</sub>) - Vermelho:** (2,5 YR 5/8) não homogêneo com manchas amarelo brunadas centimétricas, que aumentam em profundidade. Aparece somente na alta vertente (Prancha 1), com espessura média de 80 cm e ocorre entre 270 a 410 cm. A textura é argilosa, com fragmentos de quartzo (1 a 2 cm) subangulares esparsos e impregnações negras, sendo estas mais frequentes na parte superior do volume; o material é seco ao tato. A transição é gradual e difusa para o volume inferior. Foi considerado horizonte BC em relação ao perfil hipotético.

**Rocha Alterada (C):** cor variegada com dominância do vermelho (10 R 4/6) e de manchas amarelo brunadas que aumentam com a profundidade. É o volume mais profundo e encontra-se em toda a vertente. Pode ser encontrado a 180 cm como também a partir de 460 de profundidade. Corresponde ao migmatito alterado, com textura grosseira tendendo a uma matriz mais argilosa (com muitos fragmentos e quartzo e feldspato). Foi considerado horizonte C do perfil hipotético.

### **2.1.3. Síntese dos Principais Aspectos sobre a Caracterização de Campo**

O resumo das características encontra-se na Tabela 1, e representados nas pranchas 1 e 2.

Buscando-se uma comparação entre certas características físicas da cobertura pedológica em solo sob pastagem com solo sob mata, afim de se ter uma avaliação mais precisa dos efeitos do desmatamento e uso sobre essas características, estudaram-se dois perfis na parte superior de uma colina vizinha à topossequência principal, ocupada por vegetação secundária de aproximadamente 30 anos de regeneração. Um dos perfis foi descrito durante os trabalhos de 1990 e o outro em 1995.

No primeiro perfil sob mata (1990), observou-se que sob floresta, o solo apresenta 5 cm superficiais de serrapilheira, de coloração bruna, composta por restos vegetais e com raízes abundantes.

**Tabela 1:** Síntese das principais características dos horizontes da vertente convexo - côncava (Pranchas 1 e 2).

Situação	Horizonte	Profundidade / Localização	Cor	Textura	Estrutura	Porosidade	Transição Inferior	Outras Características
A	1 - Bruno Cinzento Escuro a Bruno Amarelado Escuro	0-10/20 cm; topo, vertente e baixada	10 YR 4/2, 3/2, 3/3, 3/4	argilosa, com areia fina	poliédrica grande na vertente e média a pequena na baixada	tubular pouco visível e fissural	por interpenetração de formas tubulares no horizonte 2	matéria orgânica, raízes abundantes; manchas de hidromorfia na baixada
A	1A - Bruno Cinzento Escuro a Bruno Amarelado	10/20-20/30 cm.	10 YR 4/2, 3/2, 3/3, 3/4 e 10 YR 5/4 a 5/8	-id.	-id.	-id.	-id.	horizonte de transição entre 1 e 2.
B <sub>21</sub>	2 - Bruno Amarelado	20/30-140/210 cm; topo, vertente e baixada	10 YR 5/4 a 5/8	argilosa; com fragmentos de quartzo	-id.	tubular centimétrica e fissural bem desenvolvida	gradual	homogêneo na cor; material seco ao tato na transição lateral com 3 e inferior com 7.
B <sub>g</sub>	2A - Bruno Amarelado com hidromorfia	20/30-50/100 cm; baixada	10 YR 4/2 e 6/6 com mosqueamento	argilo - arenosa	poliédrica média a pequena	-id.	id.	mais úmido; com mosqueamentos cinzentos e esbranquiçados
B <sub>22</sub>	3 - Bruno Vivo	140-130 cm; vertente	7,5 YR 5/6, 5/8	argilosa	poliédrica grande	tubular e fissural	-id.	nódulos vermelhos e de argila; impregnações escuras; material seco ao tato
BC	4 - Amarelo Brunado	40/100-120/200 cm; baixada	10 YR 6/4 a 6/6, 6/8 e 7/4	argilosa com areia grosseira	poliédrica centimétrica	tubular nitida e abundante	-id.	mosqueamentos em tons variando do cinza ao amarelo; muito úmido com zonas secas ao tato.
G	5 - Cinza Claro a Oliva, Gleyzado	60-180 cm; baixada	5 Y 5/3 a 7/1	argilo - arenosa com areia grosseira	não observada devido ao encharcamento	não observada devido ao encharcamento	- não observada	em função da presença de manchas avermelhadas, hidromorfia, e feldspatos alterados, subdivide-se em 5A (50-80 cm) e 5B (160-200 cm); seco ao tato na parte inferior.

Continuação da Tabela 1.

Situação	Horizonte	Profundidade / Localização	Cor	Textura	Estrutura	Porosidade	Transição Inferior	Outras Características
CG <sub>1</sub>	6 - Bruno Amarelado de Profundidade	abaixo de 150 cm; isolado em 2 porções na baixada	10 YR 5/6, 5/8	argilosa, com muita areia, cascalho e seixos de quartzo	não observada	não observada	não observada	semelhança com o horizonte 2
BC	7 - Variado com relíquias da Rocha	180/250-220/400 cm.; média vertente e baixada	Variado	arenoso e cascalhento	id.	id.	id.	hidromorfia no contato com a rocha alterada; eventualmente água livre.
BC	7A - Vermelho com relíquias da Rocha	300/350-400 cm.; base da vertente	Varição do 7, com predomínio do violetáceo (2,5 YR)	id.	id.	id.	id.	variação do 7 porém, também semelhante ao 8
BC	7 B - Vermelho Amarelado	250/300-300/350 cm.; alta vertente	Varição do 7; 5 YR 5/8	argilosa com areia grossa e cascalho	polédrica grande	tubular fina e fraca	difusa e ondulada	não homogêneo; impregnações escuras e nódulos ferruginosos; pedotúbulos
BC	8 - Vermelho	270-410; alta vertente	2,5 YR 5/8	argilosa com fragmentos de quartzo	não observada	não observada	gradual e difusa	manchas amarelo brunadas aumentam em profundidade; impregnações escuras; seco ao tato.
C	Rocha Alterada	100/460-+	Variado com dominância do vermelho	grosseira, com matriz argilosa, muitos fragmentos de quartzo e feldspato	id.	id.	não observada	variado, com manchas amarelo brunadas



Um primeiro horizonte (5-11 cm) **bruno** (10 YR 5/3), argiloso, mostra estrutura grumosa média (1 cm), com agregados soltos e porosidade interagregados muito desenvolvida. Abaixo, um horizonte **bruno amarelado** de coloração similar à do horizonte 2, descrita anteriormente (10 YR 5/6), apresenta uma variação vertical progressiva: a estrutura formada por agregados poliédricos de 1 a 2 cm, que se dividem em poliedros menores (5 mm) angulosos, passa a agregados maiores (2 a 3 cm), que se desfazem em poliedros menores; a porosidade tubular grosseira é abundante, acompanhada de fissural, e apresenta para baixo, com frequência, um preenchimento pouco mais escuro. A 29 cm inicia-se uma transição progressiva para um horizonte **bruno vivo** (7,5 YR 5/8), similar ao 3 da colina sob pastagem quanto à cor mas diferenciando-se sobretudo quanto à estrutura. As observações efetuadas até 1 m de profundidade, indicaram a presença de estrutura poliédrica, como no horizonte superior, apenas com diminuição progressiva da quantidade de poros tubulares que no entanto, podem aumentar de diâmetro. Chama a atenção a distribuição das raízes, abundantes até 20 cm de profundidade, diminuindo progressivamente para baixo mas ainda bastante numerosas. Além disso, a umidade distribui-se de maneira uniforme ao longo do perfil, não mostrando o aumento observado nas toposseqüências 1 e 3 nos horizontes 3 ou 4. Essas diferenças entre as distribuições de raízes e umidade do perfil sob floresta e dos solos sob pastagem parecem estar relacionadas às diferenças de certas características morfológicas entre esses solos. O horizonte orgânico sob floresta é mais claro e não apresenta as manchas indicativas de hidromorfia; apresenta a matéria orgânica melhor misturada à parte mineral, a estrutura grumosa é bem desenvolvida e o limite com o horizonte inferior não é abrupto. Chama também a atenção a ausência de estrutura prismática e das fendas verticais, além da porosidade tubular ser mais desenvolvida e melhor distribuída verticalmente.

Nos trabalhos de 1995, foram reconhecidos em outro perfil sob a mesma mata, dois horizontes pedológicos distintos, até 90 cm de profundidade (piso da trincheira):

**Horizonte 1 (A)- Bruno Cinzento Escuro a Bruno Amarelado Escuro** (10YR 3/2, 4/3) com espessura de 20 cm aproximadamente, cor não homogênea variando em tonalidades levemente mais acinzentadas sugerindo sinais discretos de hidromorfia e tons mais amarelados; textura argilosa com areia grosseira; muitas raízes e muito úmido; porosidade tubular e interagregados; estrutura poliédrica grande; transição bastante gradual.

**Horizonte 2 (B<sub>21</sub>)- Bruno Amarelado** (10 YR 5/6 a 5/8) homogêneo; textura argilosa com areia grosseira; raízes poucas; muito úmido; porosidade tubular interagregados; estrutura poliédrica média. Não observa-se diferenciação estrutural ou de porosidade acentuada entre os dois horizontes.

Apesar da presença dessa macroporosidade fissural e da tubular, a infiltração se faz mais dificilmente: a presença de manchas acinzentadas mais claras, sobretudo na base do horizonte humífero, bem como de manchas mais claras ao longo das faces de prismas e canais, são indicativos dessa infiltração mais difícil, com saturações temporárias, provavelmente sazonais.

Seria necessário acompanhar a variação sazonal da umidade. No entanto, a destruição da floresta pode tornar o solo mais sensível à essa variação, aumentando a amplitude dos processos de retração e expansão dos materiais argilosos. A isso, adiciona-se o trabalho mecânico do solo, mesmo com a tração animal utilizada, e o pisoteio do gado, como eventuais responsáveis pela transformação da estrutura em prismas, encontrada no topo com depressão e não observada nos perfis sob pastagem.

#### **O que convém assinalar:**

1) a continuidade da cobertura pedológica ao longo da vertente testemunhada pelas características morfológicas, mostra certa homogeneidade vertical e lateral, a despeito da topografia e de eventuais variações da natureza litológica do substrato;

2) os horizontes descritos nos trabalhos de 1990 do topo com depressões, apresenta correlação com as descrições subsequentes, realizadas em 1993/1994 para vertente e baixada. Para LUIZ (1996), estes mesmos horizontes foram encontrados em vertente próxima, tendo sido observado apenas variação de espessura dos mesmos; PELLERIN et al. (1997), também encontrou horizontes similares para uma depressão de topo.

3) a cor predominante dos horizontes é a amarela, apesar das variações entre o bruno pela influência da matéria orgânica, e o vermelho, pela influência da alteração do material de origem;

4) A presença de estrutura prismática com fissuras verticais no topo, podendo representar caminhos preferenciais da água, é um aspecto distinto para os solos da vertente e baixada, onde isto não ocorre;

5) Não foi encontrado cerosidade em qualquer horizonte, seja do topo, vertente ou baixada, embora tenha-se observado em campo, na transição do horizonte 1 com o 2, interpenetração de material brunado, mais húmico na parte superior do horizonte subsuperficial;

6) Na vertente, embora a certa homogeneidade quanto as características de campo, é possível distinguir três partes, em função dos efeitos derivados da topografia:

- A **parte alta da vertente**, próximo ao topo da colina, apresenta horizontes bem drenados sem hidromorfia, similares aos horizontes do topo; predomina o horizonte bruno amarelado com estrutura poliédrica grande. A cobertura pedológica mostra-se espessa em relação às outras partes, superando 4 m. Esta parte termina em uma ruptura de declive, que coincide com o estreitamento da cobertura e também, com o desaparecimento dos horizontes de profundidade, vermelho-amarelado e vermelho. Este estrangulamento, parece estar relacionado à forte declividade que vem a seguir;

- A **meia encosta** apresenta forte declividade, com diminuição da espessura da cobertura pedológica, que mal ultrapassa 1 m de espessura, aumentando em seguida, em direção à baixada. Os horizontes também são bem drenados, predominando em 37 metros de extensão o bruno amarelado. Embora sem dois horizontes presentes na parte alta (vermelho e vermelho amarelado), os demais são contínuos desde o topo;

- Na **parte côncava e mais baixa** da topossequência, os horizontes passam a sofrer modificações; os mosqueamentos tornam-se comuns em todos os horizontes, variando em função da maior ou menor influência da várzea. Os horizontes da vertente, nesta parte, passam a sofrer modificações tais que foram considerados horizontes distintos, dos encontrados no topo e vertente. Nesta parte de transição na topossequência, as variações no teor de umidade imprimem características que passam a influenciar todos os aspectos físicos, químicos e mineralógicos dos horizontes, justificando o estudo em detalhe.

Com relação às características físicas do solo sob mata observadas em campo, tanto no perfil analisado em 1990 como naquele analisado em 1995, constatou-se que os dois horizontes descritos, apresentam correspondência com os horizontes 1 e 2 da topossequência principal, especialmente quanto a cor, textura e estrutura. Entretanto, o teor de umidade ao tato mostrou-se, nos dois horizontes, superior aos horizontes sob pastagem. E também, as raízes, que são abundantes mesmo no horizontes 2 dos perfis sob mata.

## 2.2. Características Analíticas

### 2.2.1. Granulometria

A análise granulométrica permite definir a textura do solo, que representa a distribuição em classes do tamanho das partículas, que podem exercer grande influência no comportamento hídrico do solo.

Entretanto, apenas a textura não é suficiente para definir a maior ou menor capacidade de retenção de água. MANFREDINI et al. (1984), estudando as relações entre a distribuição dos poros e a influência da fração areia em algumas características hídricas de Latossolos de textura média e Areias Quartzosas, concluem que as variações do volume de água retida nestes solos deve-se à variação na distribuição dos poros determinada pela granulometria da fração grosseira. Afirmam, também, que a capacidade de armazenamento aumenta em função da redução diâmetro médio ponderado da porosidade.

O tamanho das partículas quando associado à quantidade e ao tamanho do espaço entre elas (porosidade), pode então definir esta permeabilidade. Solos de textura mais fina, tendem a apresentar porosidade menor, o que leva a uma maior dificuldade na passagem da água (menor permeabilidade). Além do adensamento entre partículas, a presença de matéria orgânica e a natureza mineralógica da argila também atuam na capacidade de retenção de cátions.

#### 2.2.1.1. Materiais e Métodos

A granulometria dos perfis TJ e TR localizados no topo com depressões, foi realizada logo após os trabalhos de 1990, no Laboratório de Solos do Curso de Agronomia da UFSC.

A granulometria realizada em amostras de solo retiradas nos perfis TS, TS1, TD, TB, P, L, O, C, TS3, A e perfil sob mata (TM), da topossequência principal (Prancha 2), foram realizadas no Laboratório Físico, Químico e Biológico da CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de SC), onde definem as classes texturais de acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA): areia grossa (entre 2 e 0,270 mm), areia fina (entre 0,270 e 0,053 mm), silte (entre 0,053 e 0,002 mm) e argila (<0,053).

As amostras foram peneiradas para extração das frações areia grossa e areia fina e posteriormente tratadas com o dispersante Hexametáfosfato de Sódio seguido de agitação e pipetagem para determinação das frações silte e argila, conforme metodologia descrita em EMBRAPA(1979).

O uso de dispersante em análises granulométricas procura quantificar a totalidade das argilas naturalmente agregadas em campo, devido às propriedades de coesão das partículas coloidais, à presença de óxidos de ferro e alumínio, à flocculação dos colóides por suas cargas negativas e hidratação (BRADY, 1979). Este procedimento, entretanto, impede a determinação dos teores de argila ativa no solo, uma vez que não leva em conta a parte naturalmente flocculada. Para avaliação da capacidade de dispersão da argila no campo, fez-se a análise sem dispersante, realizada em 21 dessas amostras. Assim, as frações silte e argila foram separadas apenas em água destilada, e o restante dos procedimentos foi o mesmo realizado para as análises granulométricas com dispersante (EMBRAPA, 1979).

### **2.2.2. Resultados e Discussões**

Os perfis do topo com depressões mostram que o aumento de argila em profundidade (relação textural horizonte 3/horizonte 1 entre 1,75 e 1,9) é progressivo, como indica a Tabela 2; o teor máximo de argila ocorre no horizonte 7, bruno amarelado de profundidade (Tabela 1), no interior da depressão. O teor de silte (Tabela 2), apresenta variação inversa, mas o aumento em profundidade é maior que o aumento de argila nos horizontes superiores. A “barriga” formada pelos teores de argila ao longo dos perfis poderia indicar, de um lado, a transformação/alteração do silte em argila, nos horizontes 2, 3, 4 e 7, que apresentam os teores mais baixos de silte; mas por outro lado, poderia indicar uma migração desta, do horizonte superior 1 para os intermediários 3, 4 e 7, como poderia estar indicando o aumento da soma silte + argila nesse sentido. A eventual migração de argila em profundidade, como também a presença de fluxos verticais na parte superior dos perfis, seria testemunhada pela presença do recobrimento brunado das faces dos prismas e indicaria os caminhos preferenciais por circulação hídrica vertical.

**Tabela 2: Resultados analíticos de granulometria, pH, matéria orgânica (MO) e soma de bases trocáveis (S), das trincheiras TJ e TR.**

Perfil/Horiz	Prof. (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	pH	MO (%)	S (meq/100g)
TJ/ 1	0-7	40.8	34.4	23.8	5.5	3.3	4.94
3	25	40.2	19.2	30.6	5.7	-	1.79
	47	41.4	16.6	42.0	6.1	-	1.40
7	133	29.7	7.3	63.0	5.9	-	1.73
8	187	34.0	41.9	24.1	5.6	-	2.06
	216	31.8	50.0	18.2	6.1	-	0.87
6	307	26.2	61.1	12.7	5.6	-	1.31
TR/1	0-7	52.0	20.8	27.2	5.6	3.7	4.06
2	16-21	42.8	19.9	37.3	5.4	0.9	2.08
	45	39.1	13.5	47.4	5.7	0.4	1.68
3	144	32.7	7.9	51.7	5.7	-	2.11
4	217	29.2	19.8	51.0	5.9	-	1.11
5	263	39.2	28.2	32.6	5.9	-	1.21
6	322	47.8	30.3	21.9	5.5	-	1.15

Os resultados das análises granulométricas são apresentados na Tabela 2 e na Tabela 3, e Figura 11 a Figura 18.

Na vertente e na baixada, os resultados permitem agrupar os perfis analisados, em três conjuntos (Tabela 3):

TS, TS1, TD, TB, e P;

L e O;

C, TS3 e A.

Primeiro Conjunto: perfis TS, TS1, TD, TB e P

O aumento de argila neste grupo, dá-se do topo para o interior do perfil, inversamente aos teores de areia grossa e areia fina, que decrescem especialmente até 120 cm. Estas variações inversamente proporcionais não afetam a relação AF/AG (Tabela 1), que mostra-se bastante constante. Topograficamente, estes perfis ocupam as maiores altitudes e encontram-se relativamente longe da várzea. Os perfis TS, TS1 e TD chegam a atingir 50% de argila em determinadas profundidades, sendo que o primeiro alcança o máximo de argila (62%) a 200 cm (horizonte 3 - bruno vivo), coincidindo com a parte seca ao tato e com a presença de manchas ferruginosas. De modo geral, o horizonte 3 (bruno vivo), seguido pelo horizonte 4 (amarelo brunado) e pelo horizonte 2 (bruno amarelado), mostraram-se os mais argilosos dos perfis. O silte não parece acompanhar esta variação, apresentando maiores

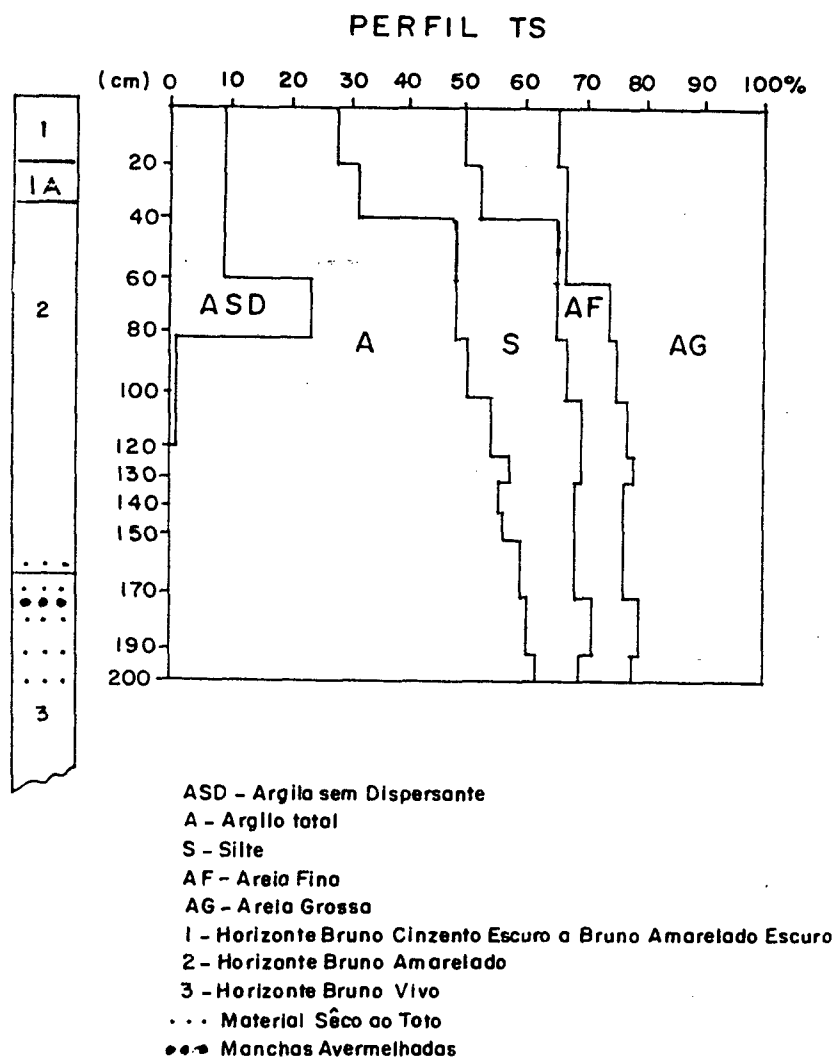
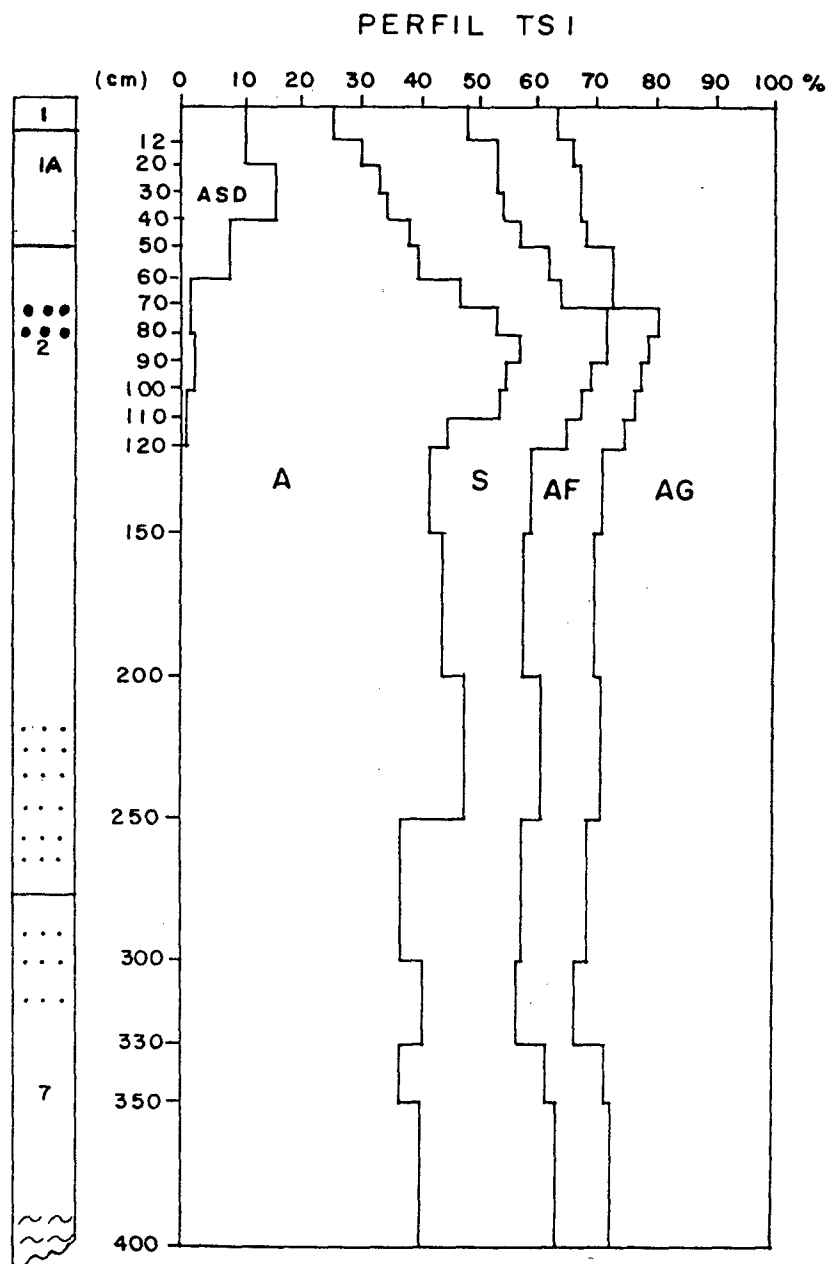


Figura 11: Representação dos resultados das análises granulométricas do perfil TS.



- ASD - Argilo sem Dispersante
- A - Argilo total
- S - Silte
- AF - Areio Fino
- AG - Areio Grosso
- 1 - Horizonte Bruno Cinzento Escuro o Bruno Amarelado Escuro
- 2 - Horizonte Bruno Amarelado
- 7 - Horizonte Variiegado com Reliquias da Rocha
- ... Material Sêco ao Toto
- Manchas Avermelhadas
- ~~ Manchas de Hidromorfia

Figura 12: Representação dos resultados das análises granulométricas do perfil TS1.



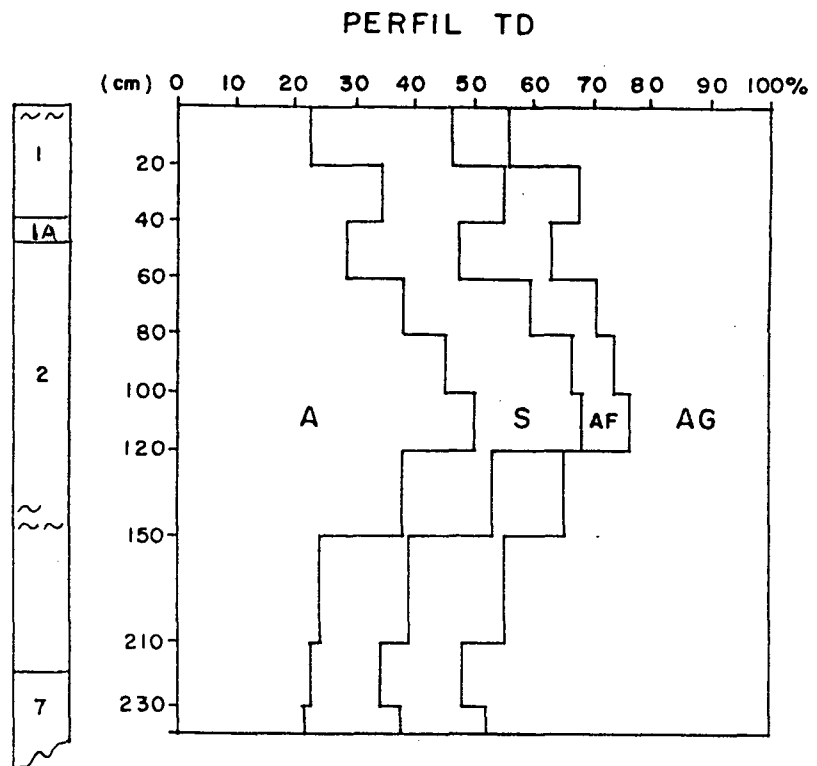
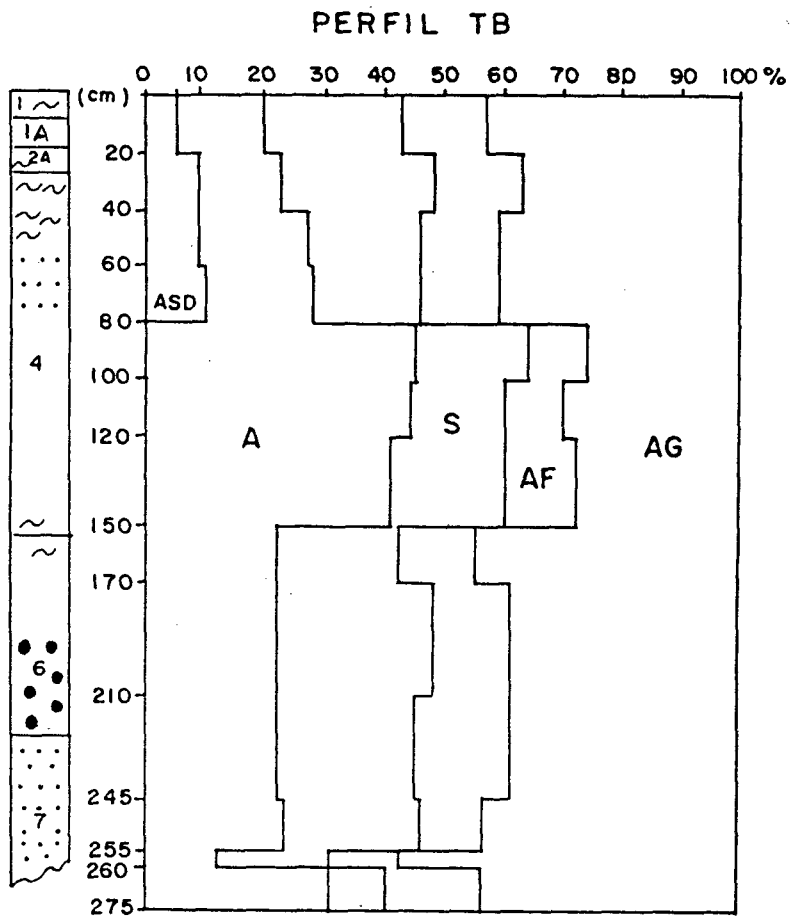
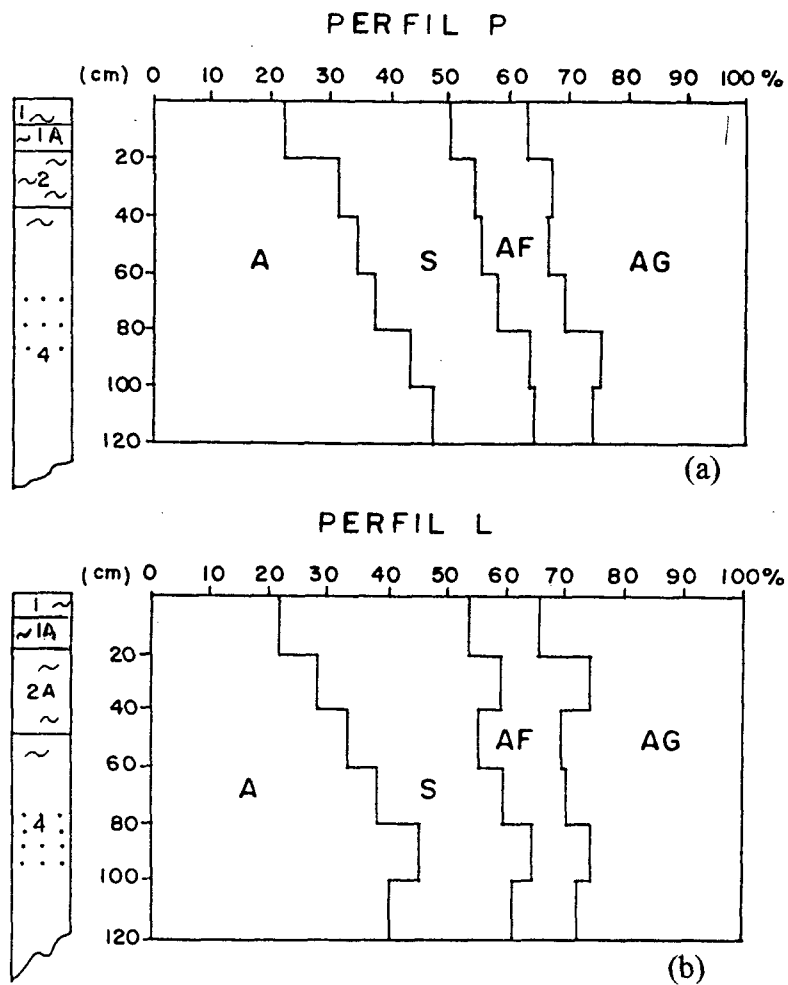


Figura 13: Representação dos resultados das análises granulométricas do perfil TD.



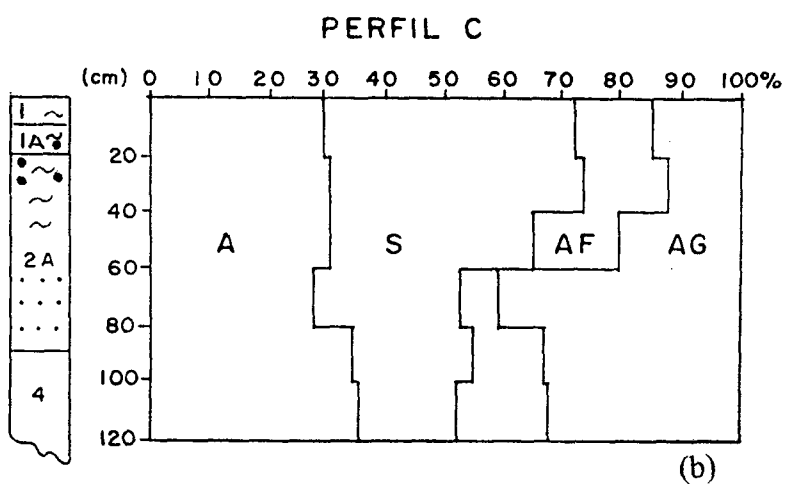
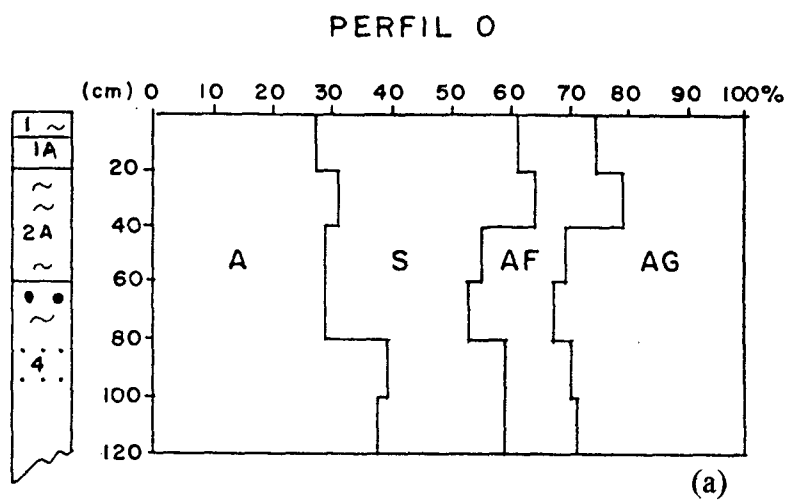
- ASD - Argila sem Dispersante  
 A - Argillo total  
 S - Silte  
 AF - Areia Fino  
 AG - Areia Grossa  
 1 - Horizonte Bruno Cinzento Escuro a Bruno Amarelado Escuro  
 2A - Horizonte Bruno Amarelado com Hidromorfia  
 4 - Horizonte Amarelo Brunado  
 6 - Horizonte Bruno Amarelado de Profundidade  
 7 - Horizonte Variegado com Reliquias da Rocha  
 . . . Material Sêco ao Tato  
 ● ● ● Manchas Avermelhadas  
 ~ ~ ~ Manchas de Hidromorfio

**Figura 14: Representação dos resultados das análises granulométricas do perfil TB.**



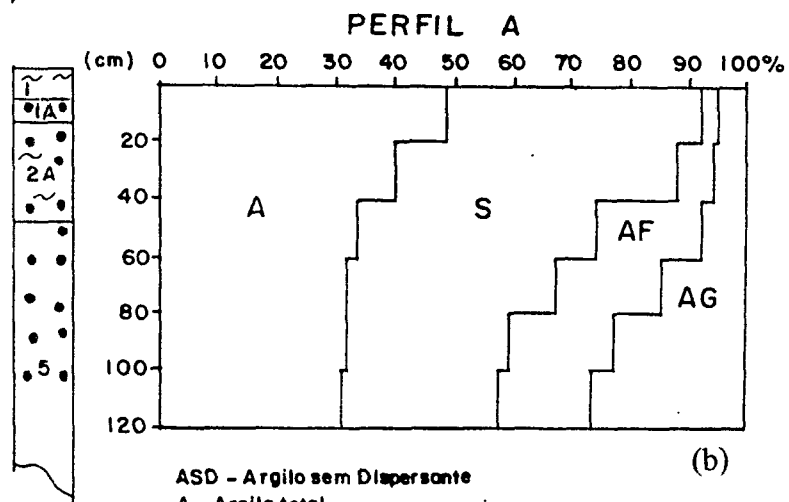
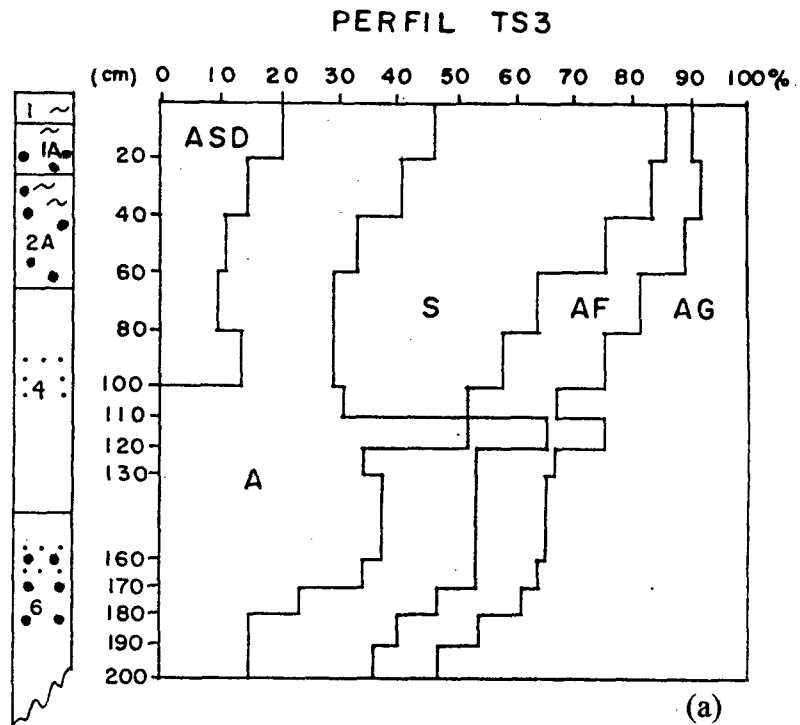
- A - Argila total
- S - Silte
- AF - Areia Fino
- AG - Areia Grosso
- 1 - Horizonte Bruno Cinzento Escuro o Bruno Amarelado Escuro
- 2 - Horizonte Bruno Amarelado
- 2A - Horizonte Bruno Amarelado com Hidromorfia
- 4 - Horizonte Amarelo Brunado
- ... Material Sêco ao Tato
- ~ ~ Manchas de Hidromorfia

**Figura 15: Representação dos resultados das análises granulométricas: a) perfil P; b) perfil L.**



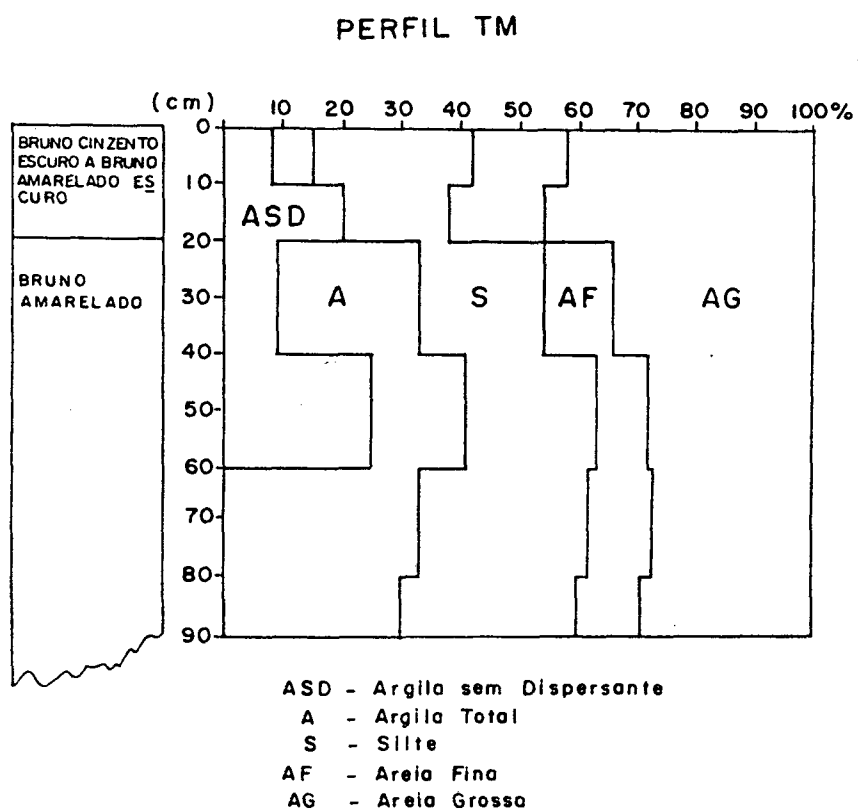
- A - Argila total
- S - Silte
- AF - Areia Fino
- AG - Areia Grossa
- 1 - Horizonte Bruno Cinzento Escuro a Bruno Amarelado Escuro
- 2A - Horizonte Bruno Amarelado com Hidromorfia
- 4 - Horizonte Amarelo Brunado
- ... Material Sêco ao Tato
- ~ ~ Manchas de Hidromorfia
- • • Manchas Avermelhadas

Figura 16: Representação dos resultados das análises granulométricas: a) perfil O; b) perfil C.



- ASD - Argilo sem Dispersante  
 A - Argila total  
 S - Silte  
 AF - Areia Fino  
 AG - Areia Grossa  
 1 - Horizonte Bruno Cinzento Escuro o Bruno Amarelado Escuro  
 2A - Horizonte Bruno Amarelado com Hidromorfio  
 4 - Horizonte Amarelo Brunado  
 5 - Horizonte Cinza Claro a Oliva, Gleyzado  
 6 - Horizonte Bruno Amarelado de Profundidade  
 . . . Material Sêco ao Tato  
 ~ ~ Monchos de Hidromorfio  
 • • • Manchas Avermelhadas

Figura 17: Representação dos resultados das análises granulométricas: a) perfil TS3; b) perfil A



**Figura 18: Representação dos resultados das análises granulométricas do perfil sob mata (TM).**

**Tabela 3: Resultados das análises granulométricas das amostras dos perfis da topossequência principal, sendo AG = areia grossa, AF = areia fina, S = silte, A = argila.**

Perfil	Prof. (cm)	Horiz.	AG(%)	AF(%)	S(%)	A(%)	AF/AG	S/A	S + A (%)
TS	0-20	A (1)	35	15	22	28	0,43	0,79	50
	20-40		34	14	20	32	0,41	0,63	52
	40-80	B <sub>21</sub> (2)	26	9	17	48	0,35	0,35	65
	80-100		25	9	16	50	0,36	0,32	66
	100-120		23	8	15	54	0,35	0,28	69
	120-130		22	9	12	57	0,41	0,21	69
	130-140		23	9	13	55	0,39	0,24	68
	140-150		23	9	12	56	0,39	0,21	68
	150-170		23	9	10	58	0,39	0,17	68
	170-190	B <sub>22</sub> (3)	21	8	11	60	0,38	0,18	71
	190-200		22	9	7	62	0,41	0,11	69
TS1	0-12	A (1)	37	15	23	25	0,4	0,92	48
	12-20		34	13	23	30	0,38	0,77	53
	20-30		33	14	20	33	0,42	0,61	53
	30-40		33	13	19	35	0,39	0,54	54
	40-50	B <sub>21</sub> (2)	32	11	19	38	0,34	0,5	57
	50-60		27	11	22	40	0,41	0,55	62
	60-70		27	9	17	47	0,33	0,36	64
	70-80		20	8	19	53	0,4	0,35	72
	80-90		21	7	15	57	0,3	0,26	72
	90-100		22	9	14	55	0,41	0,25	69
	100-110		23	9	14	54	0,39	0,26	68
	110-120		25	10	20	45	0,25	0,44	65
	120-150		29	12	17	42	0,41	0,4	59
	150-200		30	12	14	44	0,4	0,32	58
	200-250		29	10	13	48	0,34	0,27	61
	250-300	trans.	31	11	21	37	0,35	0,57	58
	300-330	BC (7)	33	10	16	41	0,3	0,39	57
330-350		28	10	25	37	0,35	0,68	62	
350-400		27	9	23	41	0,33	0,56	63	
TD	0-20	A (1)	45	9	24	22	0,2	1,09	46
	20-40		33	12	21	34	0,36	0,62	55
	40-60	B <sub>21</sub> (2)	38	15	19	28	0,39	0,68	47
	60-80		30	11	21	38	0,37	0,55	59
	80-100		27	7	21	45	0,26	0,47	66
	100-120		24	8	18	50	0,33	0,36	68
	120-150		35	12	15	38	0,34	0,39	53
	150-200		45	16	15	24	0,36	0,63	39
	200-210		45	16	15	24	0,36	0,63	39
	210-220		52	14	11	23	0,27	0,48	33
	220-240	BC (7)	48	14	16	22	0,29	0,73	38
TB	0-20	A (1)	43	14	23	20	0,32	1,15	43
	20-40	BC <sub>1</sub> (4)	37	15	24	24	0,4	1	48
	40-60		41	13	19	27	0,32	0,7	46
	60-80		41	13	18	28	0,32	0,64	46
	80-100		26	10	19	45	0,38	0,42	63
	100-120		30	10	16	44	0,33	0,36	62
	120-150		28	12	19	41	0,43	0,46	59
	150-170	CG <sub>1</sub> (6)	45	13	20	22	0,29	0,91	42
	170-210		39	13	26	22	0,33	1,18	48
	210-245	trans.	39	16	23	22	0,41	1,05	45
	245-255	BC (7)	44	10	23	23	0,23	1	46
	255-260		58	11	19	12	0,19	1,58	31
	260-275		44	16	9	31	0,36	0,29	40

Continuação da Tabela 3.

Perfil	Prof.	Horiz	AG	AF	S	A	AF/AG	S/A	S + A
P	0-20	A (1)	37	13	27	23	0,35	1,17	50
	20-40	B <sub>21</sub> (2)	33	13	23	31	0,39	0,74	53
	40-60	BC (4)	33	12	21	34	0,36	0,62	55
	60-80		31	11	21	37	0,35	0,57	58
	80-100		25	11	20	44	0,44	0,45	64
	100-120		26	10	17	47	0,38	0,36	64
L	0-20	1 (A)	34	12	32	22	0,35	1,45	54
	20-40	B <sub>g</sub> (2A)	26	15	31	28	0,58	1,11	59
	40-60	trans.	31	14	22	33	0,45	0,67	55
	60-80	BC (4)	30	11	21	38	0,37	0,55	59
	80-100		26	10	19	45	0,38	0,42	64
	100-120		28	11	21	40	0,39	0,53	61
O	0-20	A (1)	27	13	33	27	0,48	1,22	60
	20-40	B <sub>g</sub> (2A)	21	15	33	31	0,71	1,06	64
	40-60		31	14	26	29	0,45	0,89	55
	60-80	BC (4)	33	14	24	29	0,42	0,83	53
	80-100		30	11	20	39	0,37	0,51	59
	100-120		29	12	21	38	0,41	0,55	59
C	0-20	A (1)	15	13	42	30	0,87	1,4	72
	20-40	B <sub>g</sub> (2 <sup>A</sup> )	12	15	43	30	1,25	1,35	73
	40-60		20	15	34	31	0,75	1,09	65
	60-80		41	6	25	28	0,15	0,89	53
	80-100	BC (4)	33	12	20	35	0,36	0,57	55
	100-120		33	15	16	36	0,45	0,44	54
TS3	0-20	A (1)	10	4	40	46	0,4	0,87	86
	20-40	B <sub>g</sub> (2A)	8	9	45	38	1,12	1,17	87
	40-60		11	14	42	33	1,27	1,3	76
	60-80	BC (4)	19	17	35	29	0,59	1,21	64
	80-100		25	17	29	29	0,68	1	58
	100-110		33	15	21	31	0,45	0,68	52
	110-120		25	9	13	53	0,36	0,24	66
	120-130	4	33	13	19	35	0,39	0,54	54
	130-160	trans.	34	12	16	38	0,35	0,42	54
	160-170	CG <sub>1</sub> (6)	35	11	19	35	0,31	0,54	52
	170-180		38	14	24	24	0,37	1	48
	180-190		45	14	25	16	0,24	1,56	43
	190-200		52	11	21	16	0,21	1,31	37
A	0-20	A (1)	5	3	43	49	0,6	0,88	92
	20-40	B <sub>g</sub> (2A)	6	6	48	40	1	1,2	88
	40-60	trans.	8	18	40	34	2,25	1,18	74
	60-80	(G) 5	15	18	35	32	1,2	1,09	67
	80-100		23	18	27	32	0,78	0,84	59
	100-120		27	16	26	31	0,59	0,84	57
TM	0-10	A (1)	42	16	27	15	0,38	0,84	42
	10-20		36	16	18	20	0,35	0,9	38
	20-40	B <sub>21</sub> (2)	34	12	21	33	0,35	0,64	54
	40-60		28	9	22	41	0,32	0,54	63
	60-80		27	11	29	33	0,41	0,88	62
	80-90		29	10	31	30	0,34	1,03	61



valores nas camadas superficiais, o que confirma-se pelos elevados valores da relação S/A), coincidindo com os menores teores de argila e onde possivelmente existe maior teor de matéria orgânica; esta última poderia dificultar a dispersão da argila. Observa-se similaridade na distribuição das frações granulométricas entre os perfis do topo com depressões e da vertente (Tabela 3), e também com o perfil sob mata, especialmente quanto ao aumento gradual de argila em profundidade, seguido de redução formando as “barrigas” de argila (Figura 12, Figura 13, Figura 14 e Figura 18), assinalando a alteração dos materiais “in situ”.

Já os perfis da baixada (L, O, C, TS3, e A), apresentam sequencialmente maiores teores de areia fina até aproximadamente 60-80 cm de profundidade, o que pode ser observado pelos maiores valores na relação AF/AG (Tabela 3) especialmente para os horizontes 2A e 5, sendo portanto distintos dos perfis da vertente, assinalando a possibilidade de serem materiais retrabalhados (colúvio e/ou alúvio).

O aumento do teor de argila em profundidade, não constitui-se objetivo de investigação do presente trabalho. Entretanto, levanta-se a possibilidade da contribuição de dois processos, em função do exposto até o momento:

a) **migração de argila** do topo para a base do perfil, e aí assinala-se a possibilidade da existência de um horizonte B textural, embora o aumento dos teores de argila seja gradual em todos os casos. Neste caso, deveria ocorrer a presença de cerosidade nas faces dos agregados (não observado em campo, embora tenha se observado interpenetração de material brunado na transição entre o horizonte superficial e o subjacente - B<sub>21</sub>), e a evidência de cutãs nas lâminas delgadas (a ser discutido no item 2.3.3., Caracterização Micromorfológica). Segundo GAPLAN (1986), os solos Podzólicos típicos apresentam horizonte superficial argiloso, ou seja, com teores acima de 35% de argila. Já os solos do tipo Podzólico vermelho-amarelo Latossólico, podem apresentar ocasionalmente textura média. No caso em estudo, observa-se que o horizonte 1 enquadra-se no segundo tipo. Com relação à textura do horizonte B - diagnóstico (correspondente aos horizontes 2 e 3), a classificação desta cobertura pode se enquadrar em um ou em outro tipo, pois a textura apresenta-se em geral com teores acima de 35% de argila, sendo portanto considerado solo argiloso;

b) a **destruição da argila** do horizonte superficial e de horizontes mais profundos (onde os teores desta fração diminuem - ver Prancha 3), através de possível ação das

soluções do solo que poderia modificar a composição mineralógica (item 2.2.2.). Há de se ressaltar que, de acordo com as observações de campo, as manchas de hidromorfia nos perfis TS1, TD, TS2 e TB, predominam onde o percentual de argila é menor. Este aspecto pode vir a reforçar esta segunda hipótese.

Segundo Conjunto: perfis L e O

Apresentam a transição da inversão das tendências texturais entre o primeiro e o terceiro conjunto. A argila aumenta para o interior do perfil até 100 cm de profundidade coincidindo com a porção seca ao tato. Não observa-se correlação entre as manchas de hidromorfia e ferruginosas com a variação do teor de argila. O silte torna-se mais expressivo, decrescendo da superfície para a base dos perfis. A areia fina varia pouco, ao contrário da areia grossa, o que vem a refletir as variações da relação AF/AG (Tabela 3).

Terceiro Conjunto: perfis C, TS3 e A

Representam a inversão das tendências texturais dos pontos da vertente (primeiro conjunto). A argila é maior na superfície decrescendo gradualmente até 120 cm. Em contrapartida a areia grossa e areia fina aumentam desproporcionalmente para o interior do perfil (de 5 a 58% e de 3 a 18% respectivamente), o que é confirmado pela grande variação da relação AF/AG. O silte continua ocupando um grande percentual, reduzindo-se expressivamente em profundidade.

Perfil sob mata: A granulometria do perfil TM apresenta certa semelhança aos perfis da vertente da topossequência principal, com perfil TS1 especialmente. Há semelhança no aumento do teor de argila para o interior do perfil, e redução do teor de areia. Em TM entretanto, os teores de argila dispersa em água, apresentam-se mais expressivos em duas profundidades distintas (10-20 e 40-60 cm).

Perfis do topo com depressões: Comparando-se os dados da vertente e baixada com os resultados obtidos para os perfis TJ e TR (Tabela 1) do topo com depressões, verifica-se semelhança especialmente dos horizontes 1, 2 e 3, que apresentam-se respectivamente média, argilosa para os dois últimos. A “barriga” observada nos perfis texturais (Figura 11, Figura 12 e Figura 13) ,formada pelo aumento do teor de argila nos horizontes 2 e 3 da vertente, ocorre de forma similar para os horizontes 2, 3, 4 e 7 do topo, evidenciando-se a redução dos teores de argila em subsuperfície e em profundidade, também para a cobertura do topo.

A Tabela 4, apresenta os resultados analíticos da dispersão da argila em água e com dispersante.

Na vertente, observa-se que a relação entre o teor de argila total e o teor de argila dispersa em água é mais elevado no horizonte 1 e porção superior do horizonte 2 (até 60 cm de profundidade), quando reduz-se próximo a zero. O mesmo ocorre no perfil sob mata.

A alta dispersão, caso fosse observada, reforçaria a possibilidade de migração da argila para horizontes inferiores, e indicaria também a instabilidade dos agregados na água. Durante os dias em que se realizaram as observações no perfil TS, amostras em torrões foram retiradas de várias profundidades da trincheira, permanecendo submersas em água durante vários dias. Nenhuma das amostras se desestruturou, o que confirma a estabilidade dos agregados dos horizontes da vertente.

Para os perfis da baixada, observa-se uma capacidade de dispersão da argila relativamente superior, para os horizontes 1, 2A e 4.

**Tabela 4: Resultados obtidos da fração argila dispersa em água e dispersa com hexametáfosfato de sódio e a relação entre ambos.**

Perfil	Horizonte	Profundidade cm	Argila total (com dispersante) % (1)	Argila natural (dispersa na água) % (2)	Relação (2)/(1) %
TS	1	0-20	28	09	32
	1	20-40	32	09	28
	2	40-80	48	24	50
	2	80-120	54	0.4	0.7
TS1	1	0-20	30	11	37
	1	20-40	35	16	46
	2	40-60	40	08	20
	2	60-80	53	01	2
	2	80-100	55	02	4
	2	100-120	45	00	0
TB	1	0-20	21	5	25
	2A/4	20-40	24	9	38
	4	40-60	27	9	33
	4	60-80	28	13	46
TS3	1	0-20	46	21	21
	2A	20-40	40	15	37
	2A	40-60	33	11	33
	4	60-80	29	10	34
	4	80-100	29	14	48
	4	100-120	53	0	0
TM	1	0-10	15	8	53
	1	10-20	20	20	100
	2	20-40	33	9	27
	2	40-60	41	25	61
	2	60-80	33	1	3
	2	80-90	30	0.5	2

### 2.2.3. Mineralogia

A argila, considerada em seu conceito mecânico, é a fração menor que 0,002 mm. Esta fração é composta essencialmente por argilo - minerais (silicatos hidratados de alumínio), óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro (MONIZ, 1972).

A determinação dos tipos de argilo - minerais presentes nas amostras podem indicar o tipo e o estágio da alteração do solo bem como constituir-se em subsídio para a sua classificação e caracterização de seu comportamento físico-hídrico.

#### 2.2.3.1. Materiais e Métodos

Para a determinação da natureza mineralógica dos solos estudados em Sorocaba do Sul, utilizou-se a técnica de difração de raios-X, que permite uma boa caracterização qualitativa dos minerais cristalizados presentes na fração argila. Uma estimativa semi-quantitativa segundo WIDIATMAKA (1990), pode ser efetuada baseando-se na altura relativa dos picos dos difratogramas de raios-X. Entretanto, “... *a altura dos picos difratados pode variar significativamente e proporcionalmente à quantidade de material empregado na confecção da lâmina...*” (MONIZ, 1972 - p. 402).

A difração de raios-X foi realizada em 7 amostras do perfil TS1 e 3 do perfil TB, a fim de se obter a identificação qualitativa da natureza mineralógica dos horizontes mais representativos da seqüência principal. Do perfil TS1 as amostras foram retiradas dos seguintes horizontes: horizonte 1 superficial (0-12 cm); horizonte 1A, de transição, a 20-30 cm; horizonte 2 com manchas avermelhadas (80-90 cm); horizonte 2 homogêneo (150 cm); horizonte 2 logo acima da porção seca ao tato (250 cm); horizonte 7 variegado (330 cm); horizonte 7 A com relíquias da rocha - porção com hidromorfia (400 cm). Do perfil TB, as amostras analisadas foram retiradas dos seguintes horizontes: horizonte 4 homogêneo (120 cm); horizonte 6 com manchas avermelhadas (210 cm) e alterita porção seca ao tato (275 cm).

As amostras inicialmente foram deferrificadas com ditionito de potássio, uma vez que o ferro livre causa grande absorção de raios X (JACKSON, 1965 - In.: MONIZ, 1972), o que dificulta o realce do material com boa orientação (MONIZ, 1972).

Cada amostra recebeu os seguintes tratamentos:

- a) saturação em Mg<sup>+2</sup> e Etilenoglicol;
- b) saturação em K<sup>+</sup> a 25 ° C;
- c) saturação em K<sup>+</sup> e aquecimento a 350 ° C;
- d) saturação em K<sup>+</sup> e aquecimento a 550 ° C. Segundo SANTOS (1989)

*“...o uso da difração de raios-X com registro gráfico (difratograma de raios-X) combinado com as propriedades específicas de expansão da distância interplanar basal pela adição de substâncias orgânicas como etilenoglicol e de transformações térmicas de cada argilo-mineral, permite uma diferenciação satisfatória dentro dos grupos de mesma distância interplanar basal ou dentro de um mesmo grupo (...)” (p. 51).*

A caulinita por exemplo, perde a água de umidade a 100 °C, e a 450 °C inicia-se a desidroxilação, quando desaparecem os picos, embora não sejam deslocados com etilenoglicol, como acentua DELVIGNE (1983); a vermiculita, dentre outros, apresentam novo pico a 17-18 Å quando tratadas com etilenoglicol; o aquecimento diferencia, por exemplo, vermiculita de clorita.

Após tratadas, as amostras foram dispostas em lâminas e analisadas em difratômetro de raios-X Modelo Norelco-Phillips, radiação de Cu -K , na seção de Pedologia do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) - SP, sendo a identificação mineralógica realizada pelo Prof. Dr. Antonio C. Moniz (IAC).

### 2.2.3.2. Resultados e Discussão

Na Prancha 2, tem-se o local de amostragem dos perfis TS1 e TB, da Figura 19 à Figura 23, os difratogramas dos diferentes tratamentos (os picos da caulinita foram cortados para efeito de encaixe dos difratogramas, possibilitando melhor comparação entre eles) e na Tabela 5, o resumo das mineralogias encontradas.

As amostras do perfil TS1 evidenciaram uma forte proporção de caulinita, com picos bem definidos. Neste perfil, destacam-se algumas amostras em função de algumas distinções: a 250 cm, há redução de caulinita, acompanhada da ausência de quartzo, mica e gibbsita, o que pode assinalar um processo de perda por dissolução, possivelmente através de fluxo lateral. Assinala-se a presença de porção seca ao tato abaixo deste nível 250 cm, o que pode dificultar a ocorrência de fluxos verticais e que explicaria as maiores concentrações de caulinita no nível 330 cm.

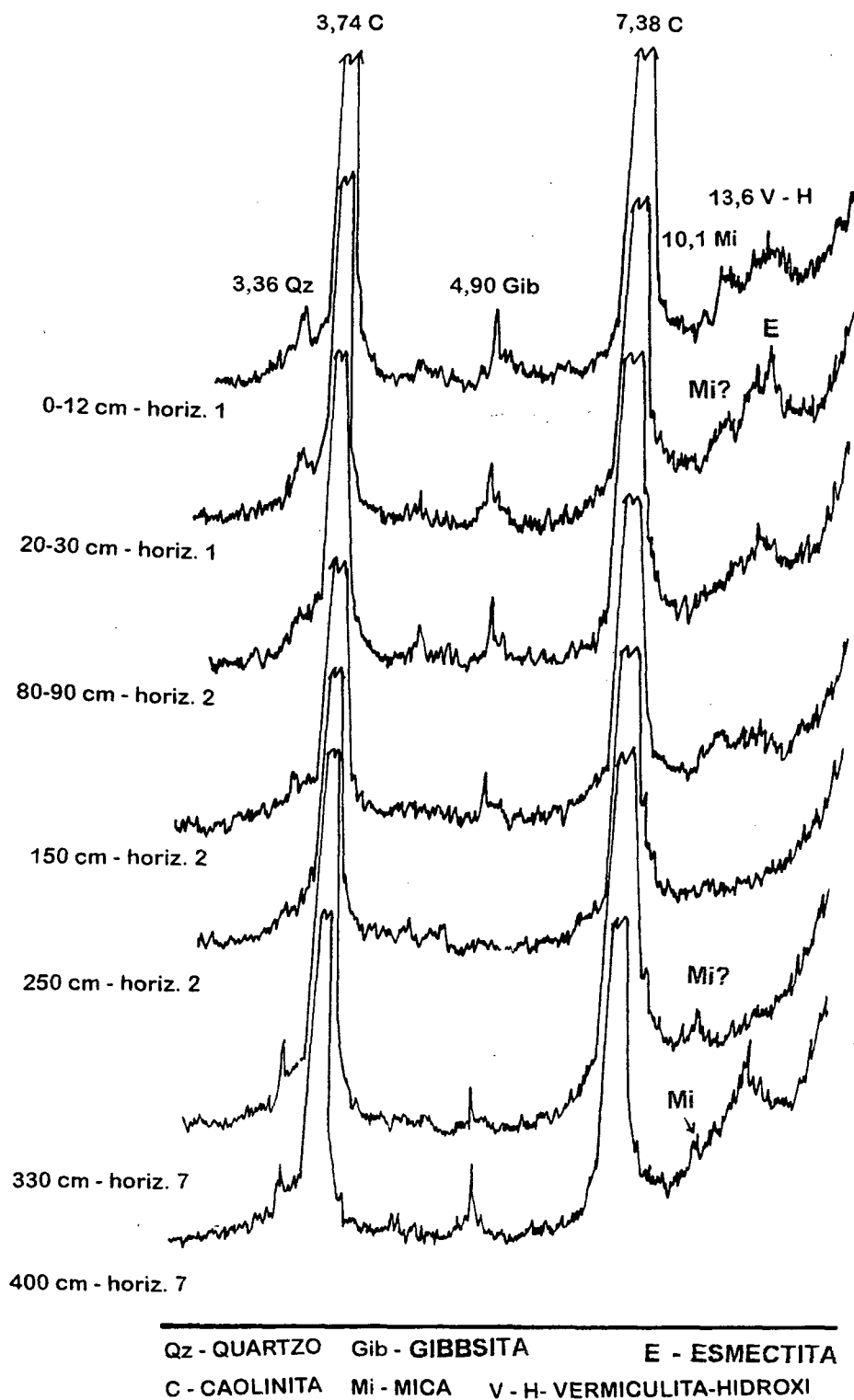


Figura 19: Difratogramas da fração argila do perfil TS1 a 25<sup>o</sup> C.

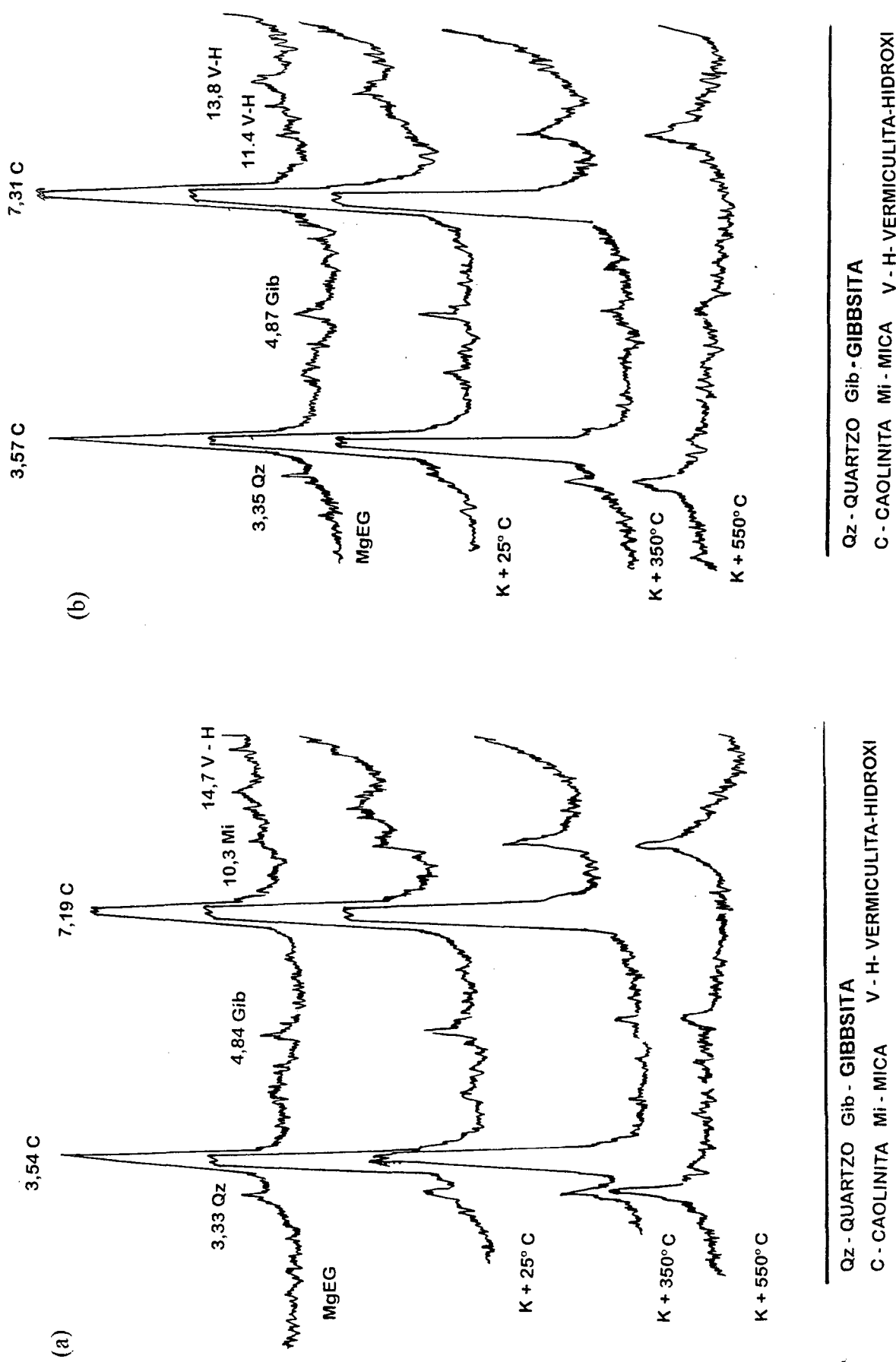


Figura 20: Difractogramas da fração argila do perfil TS1: a) amostra do horizonte 1 a 0-12 cm, com saturação em Mg<sup>++</sup> e etileno-glicol, com saturação em K<sup>+</sup> a 25° C, 350° C e 550° C; b) amostra do horizonte 3 a 80-90 cm, com saturação em Mg<sup>++</sup> e etileno-glicol, com saturação em K<sup>+</sup> a 25° C, 350° C e 550° C;

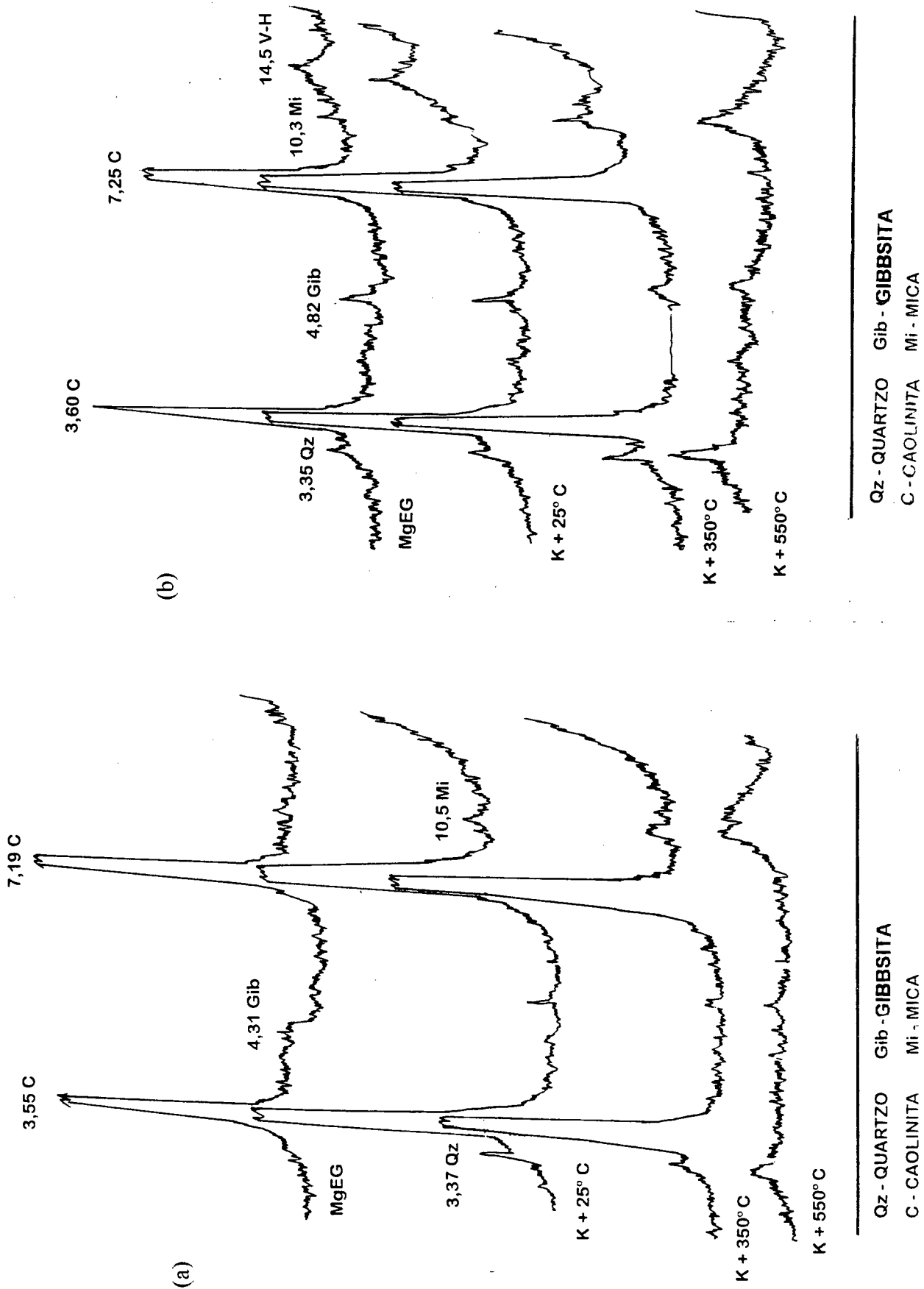


Figura 21: Difractogramas da fração argila do perfil TS1: a) amostra do horizonte 7 a 300 cm, com saturação em  $Mg^{++}$  e etileno-glicol, com saturação em  $K^+$  a 25° C, 350° C e 550° C; b) amostra do horizonte 7 a 400 cm, com saturação em  $Mg^{++}$  e etileno-glicol, com saturação em  $K^+$  a 25° C, 350° C e 550° C.



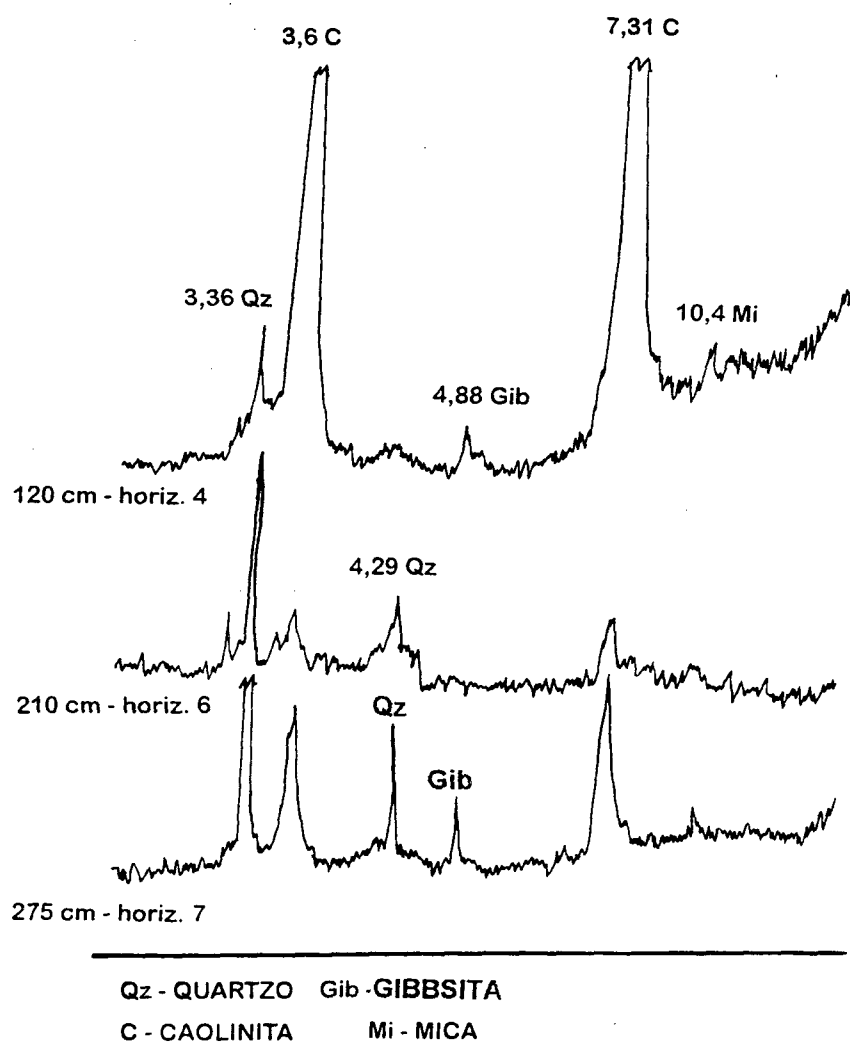


Figura 22: Difratomogramas da fração argila do perfil TB, com saturação em  $K^+$  a  $25^{\circ} C$ .

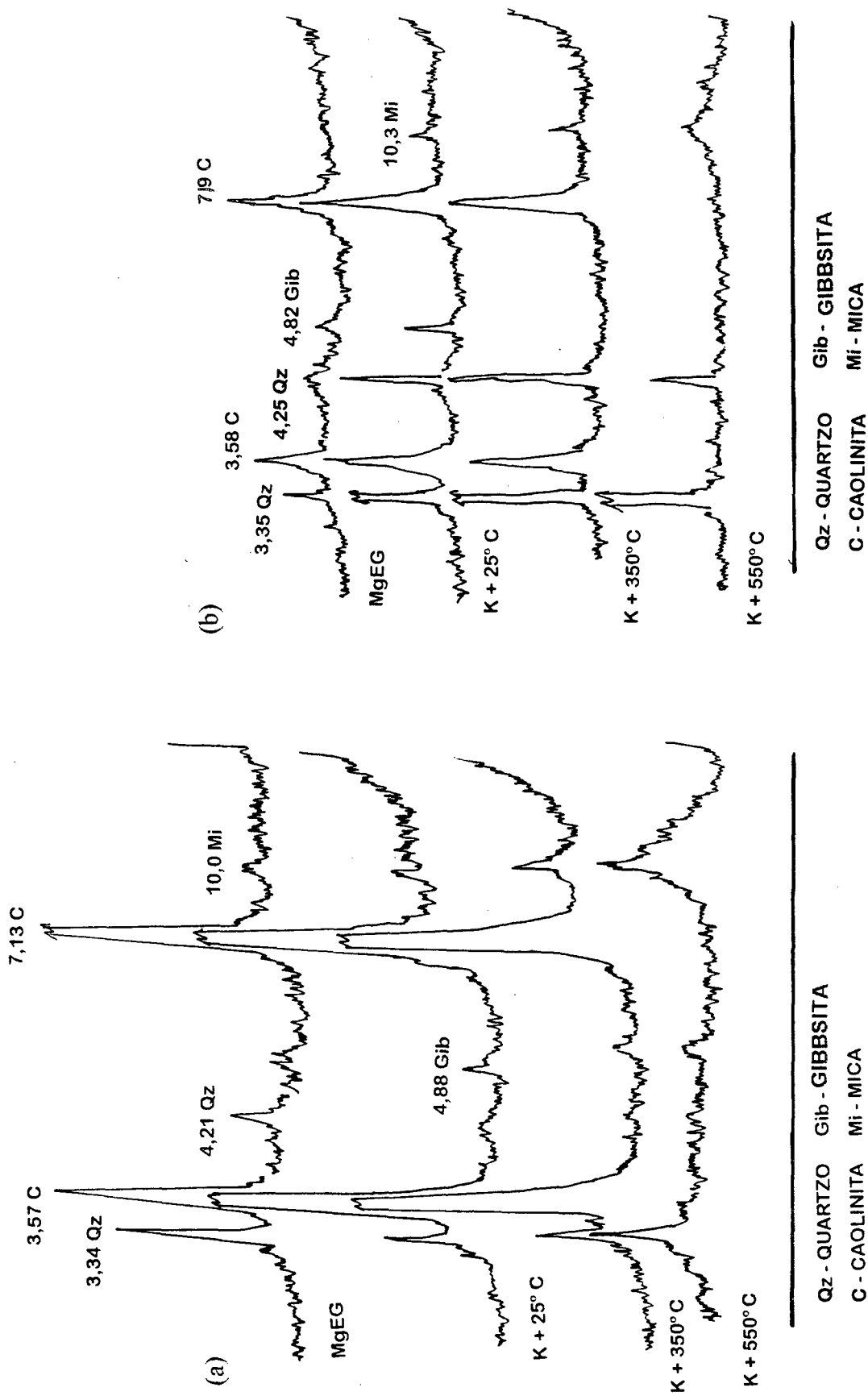


Figura 23: Difractogramas da fração argila do perfil TB: a) amostra do horizonte 4 a 120 cm, com saturação em  $Mg^{++}$  e etileno-glicol, com saturação em  $K^+$  a 25° C, 350° C e 550° C.

**Tabela 5: Mineralogias da fração argila de 10 amostras, retiradas dos perfis TS1 e TB.**

Perf	Prof.	Mineralogia						Horizonte
		quartzo	caulinita	gibbsita	mica	vermiculita		
TS1	0-12	quartzo	caulinita	gibbsita	mica	vermiculita		1 - superficial
	20-30	quartzo	caulinita	gibbsita	mica	vermiculita	esmectita	1 A - transição
	80-90		caulinita	gibbsita		vermiculita		2 - manchas avermelhadas
	150	quartzo	caulinita	gibbsita	mica	vermiculita		2 - homogêneo
	250		caulinita					2 - acima do seco ao tato
	330	quartzo	caulinita	gibbsita	mica			7 - seco ao tato
	400	quartzo	caulinita	gibbsita	mica	vermiculita		7A - com hidromorfia
TB	120	quartzo	caulinita	gibbsita	mica			4 - homogêneo
	210	quartzo	caulinita		mica			6 - manchas avermelhadas
	275	quartzo	caulinita	gibbsita	mica			alterita seca ao tato

Outra amostra que merece destaque é o nível de 20-30 cm, que mostra pequenas concentrações de esmectita.

Os difratogramas do perfil TB (amostras de 120 cm até a alterita) apresentaram da mesma forma, essencialmente caulinita, embora com picos menores. Apresentam também gibbsita, mica e quartzo, sendo este último em maior quantidade, na alterita. A amostra do perfil TB a 120 cm (horizonte 4) (Figura 23) é semelhante a mineralogia do perfil TS1. As demais amostras do perfil TB (a 210 e 275 cm - horizontes 6 e alterita) são semelhantes entre si, mas são diferentes de TS1. Apresentam caulinita com picos menores e mal definidos, com gibbsita e mica de modo subordinado. A maior presença de quartzo neste perfil é provavelmente devido a uma maior influência da rocha matriz e a uma com menor solubilização dos minerais primários, o que pode estar associado a presença da porção seca ao tato na alterita e com a proximidade do nível de base.

A presença da vermiculita, embora em menor quantidade, em conjunto com a caulinita poderia, segundo DELVIGNE (1983), representar uma

*“...etapa intermediária da degradação das micas, nas alteritas e nos solos desenvolvidos sobre granitos (...) Na etapa posterior da transformação a vermiculita, por sua vez, degrada-se em caulinita”*(p. 110). *“O nível de base que limita a circulação das águas, favorece o acúmulo das soluções do solo”* (p. 278).

Neste sentido, é importante lembrar que o perfil TS1 encontra-se 280 cm mais elevado que o perfil TB. Entre ambos existe uma distância de 16 m, com TB mais próximo

a várzea. Embora com mineralogia semelhante, as diferenças verificadas estariam associadas a uma menor circulação da água.

## 2.2.4. Caracterização Química

As propriedades químicas dos solos podem fornecer indicações quanto a disponibilidade de elementos nutritivos ou seja, quanto à fertilidade química, quanto à influência da mineralogia através da atividade das argilas presentes nos perfis, quanto às influências do nível de base e da precipitação, servindo também como subsídio para a sua classificação.

A soma dos cátions  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  trocáveis no complexo coloidal do solo, permitiu determinar a **soma bases trocáveis (S)**, a **capacidade de troca de cátions (valor T)** foi obtida através da soma do valor S e da **acidez trocável ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$ )**, permitindo o cálculo da **saturação de bases (V)**.

### 2.2.4.1. Materiais e Métodos

As análises químicas foram realizadas em 10 amostras de solo retiradas nos perfis TS1 e TB, da topossequência principal (Tabela 6). Buscando correlações com a mineralogia, o local de retirada destas amostras coincidiram com as amostras retiradas para difração de raios-X,

As análises químicas foram processadas no Laboratório Físico, Químico e Biológico da CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de SC), onde obteve-se os teores de carbono orgânico, sódio trocável, acidez trocável, pH, fósforo, potássio, matéria orgânica, alumínio, cálcio e magnésio. A partir desses resultados, calculou-se a soma de bases (S), o valor T, a saturação em bases (V%), alumínio trocável e o caráter álico. Estes aspectos foram qualificados conforme classificação brasileira proposta pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solo - EMBRAPA (1984, In. FAPEU, 1989).

O valor S (soma de bases), foi calculado através da expressão:

$$S \text{ (meq/100g)} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+) \%$$

O valor T (capacidade de troca de cátions), foi obtido somando-se algebricamente os seguintes valores:

$$T \text{ (meq/100g)} = S + (\text{acidez trocável})$$

O valor V (percentagem de saturação de bases), foi calculado pela expressão:

$$V \% = 100 S/T$$

Este valor indica a relação entre as bases trocáveis e o total de cátions do complexo.

O caráter álico, refere-se à saturação em alumínio, sendo calculado pelo quociente:

$$\text{caráter álico} = 100 \times \text{Al}^{3+} / \text{Al}^{3+} + S$$

#### 2.2.4.2. Resultados e Discussões

Os resultados obtidos a partir das análises químicas são apresentados na Tabela 6.

O perfil TS1 apresentou de modo geral, diminuição dos teores de matéria orgânica, soma de bases e saturação de bases em profundidade. A matéria orgânica, segundo BRADY (1979), é um dos fatores que pode exercer influência sobre a capacidade de troca de cátions. Estes resultados entretanto, não mostram esta influência. Em superfície, tem-se teor médio de matéria orgânica e redução acentuada a partir de 20 cm. O valor T entretanto, manteve-se médio. Já na porção seca ao tato do horizonte 7, o valor T foi considerado alto (acima de 13 meq/100g), mesmo com apenas 0,1% de matéria orgânica. Os horizontes analisados apresentaram pH baixo ou muito baixo. Segundo OLIVEIRA (1972), a precipitação excessiva, própria de regiões tropicais úmidas, pode ocasionar lixiviação de cátions alcalinos e básicos, levando à desbasificação do solo e, conseqüentemente, ao aumento da acidez. Esta, por sua vez, poderia levar à destruição da argila através da desestabilização das ligações argila/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

A textura, também não assinala influência nítida sobre o valor T em TS1. Entre 80-90 cm, por exemplo, observa-se elevação no teor de argila e de silte + argila; o valor T manteve-se entretanto em crescimento lento até 250 cm, quando decresce. Para o perfil TB observa-se coincidência na redução dos teores de argila + silte e os valores de T. O mesmo não ocorre em relação ao teor de argila. O valor T na alterita é mais elevado (13,1%), talvez por certa influência da rocha matriz.

A presença de caulinita como mineral predominante da fração argila, apresentando valor T entre 3-15 meq/100 g (RUHE, 1974), parece exercer certa influência sobre os horizontes analisados, sendo que os resultados mantiveram-se dentro deste intervalo. A presença de vermiculita, que apresenta valor T bem mais elevado (entre 100 e 150 meq/100 g) (RUHE, 1975), presente em várias amostras, parece não exercer grande influência sobre os resultados obtidos.

Considerando-se estes resultados para uma avaliação da fertilidade (SBCS/NÚCLEO REG. SUL/COMISSÃO FERT. SOLO - RS/SC, 1995), os valores de fósforo, matéria orgânica, cálcio e magnésio foram considerados baixos, os valores de pH foram considerados baixos e muito baixos, e os valores de potássio foram considerados limitantes para o cultivo. Abaixo de 4 meq/100g, a soma de bases (S) é considerado baixa. A capacidade de troca de cátions (valor T) sendo abaixo de 6 meq/100g é considerado baixa; entre 6 e 13 meq/100g - médio e acima de 13 meq/100 g - alto. Quando inferior a 50%, a percentagem de saturação de bases (V%), é considerado baixa e o horizonte é denominado distrófico. O horizonte é denominado álico, quando o caráter álico é superior a 50%.

Seguindo-se os critérios para separação das classes de solo estabelecidos pelo SNLCS (Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo/EMBRAPA) adotado pelo GAPLAN (1986) para os solos do Estado de Santa Catarina, tem-se neste caso:

**Horizonte A:** representado pelo horizonte 1 (Bruno cinzento escuro a bruno amarelado escuro homogêneo), com textura média, argila de atividade baixa ( $T < 24$  meq/100g) embora valor T considerado médio (conforme FAPEU, 1989), distrófico ( $V < 50\%$ ), ácido ( $\text{pH} < 6$ ), médio teor de matéria orgânica ( $> 25\%$ ), baixa soma de bases ( $< 4$  meq/100g), não álico (caráter álico  $< 50\%$ ) e húmico (carbono orgânico  $> 1\%$ ).

**Horizonte B:** representado pelo horizonte 2 (Bruno amarelado homogêneo), com textura argilosa, argila de atividade baixa, distrófico, ácido, baixo teor de matéria orgânica, baixa soma de bases, álico e não húmico.

Considerando-se aspectos químicos dos solos do topo com depressões, apresentados anteriormente na Tabela 2, para o horizonte superficial especialmente, observa-se algumas distinções para o horizonte superficial da vertente: pH mais elevado ( $> 5$ ), matéria orgânica mais elevada (3,7 %), valor S médio (4,49 meq/100g). Neste caso, é possível que a

topografia do topo sendo mais suavizada, exerça certa influência na manutenção de cátions e matéria orgânica no horizonte superficial, bem como no perfil, como um todo.

**Tabela 6: Teores de argila (A), silte + argila (S+A), pH, matéria orgânica (MO), carbono orgânico (C), soma de base (S), alumínio trocável, caráter álico, capacidade de troca de cátions (T) e bases trocáveis (V), dos perfis TS1 e TB:**

Perfil	Horizonte	Prof. (cm)	A (%)	S+A (%)	pH	MO (%)	C (%)	S (meq/100g)	Al trocável (meq/100g)	caráter álico	T (meq/100g)	V (%)
TS1	1 homogêneo	0-12	25	48	4,7	2,7	1,7	1,18	1,6	47	8,98	13
	1 A	20-30	33	53	4,6	0,9	0,5	0,94	1,7	64	10,34	9,1
	homogêneo											
	2 manchas avermelhadas	80-90	57	72	4,9	0,7	0,4	0,74	2,7	78	11,04	6,7
	2 homogêneo	150	42	59	4,9	0,3	0,2	0,73	1,2	62	12,03	6,1
	2 acima do seco ao tato	250	48	61	5,0	0,3	0,2	0,63	-	-	7,83	8,1
	7 seco ao tato	330	41	57	5,0	0,1	0,6	0,63	-	-	14,12	4,5
7 hidromorfia	400	41	63	5,0	0,3	0,2	0,53	-	-	11,83	4,5	
TB	4 homogêneo	120	44	62	4,6	0,5	0,3	0,64	-	-	11,94	5,4
	6 manchas avermelhadas.	210	22	48	4,8	0,1	0,6	0,58	-	-	8,37	6,9
	alterita seca ao tato	275	31	40	5,2	0,7	0,4	0,62	-	-	4,72	13,1

### 2.2.5. Síntese dos Principais Aspectos sobre a Organização e Estrutura da Cobertura Pedológica

De modo geral, em termos de textura e mineralogia, observa-se dois conjuntos de características na topossequência principal: a **vertente** e a **baixada**.

Na **vertente**, a textura da cobertura pedológica mostra-se relativamente homogênea do perfil TS a TB (Pranchas 2 e 3). Esta homogeneidade pode ser confirmada através da relação areia fina - areia grossa (oscilou entre 0,30 e 0,43), até aproximadamente 140 cm de profundidade. Os perfis TS, TS1 e TD, apresentam uma camada a partir de 70 cm de profundidade, com percentual elevado de argila (50-60%), apesar de ser o horizonte 3 - Bruno vivo, o mais argiloso da topossequência (Prancha 3). A concentração dos maiores teores de argila nestes três perfis, pode ser representada bidimensionalmente na forma de uma língua voltada para jusante da topossequência.

Nas camadas acima e abaixo desta porção mais argilosa da vertente, os percentuais de argila diminuem em direção à superfície, e em direção à rocha alterada, atingindo valores próximos a 20%. Isto poderia indicar um processo de dissolução da argila através de fluxos laterais. Os reduzidos teores de argila dispersa em água abaixo da parte superior do horizonte 2, assim como a elevada acidez que pode levar a desestabilização das ligações de argila/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, podem reforçar a possibilidade de redução da argila através de sua dissolução

e não de dispersão. Os horizontes do topo com depressões, apresentam semelhança textural com os horizontes da vertente, especialmente quanto aos horizontes 2 e 3.

A uniformidade mineralógica desse manto de intemperismo, é verificada pela presença de caulinita em quantidades elevadas, a presença de gibbsita, bem como a pequena quantidade de quartzo e mica, na maior parte das amostras analisadas.

Na **baixada**, a partir de TB, os perfis mostram-se texturalmente mais heterogêneos, o que é confirmado também pela relação areia fina - areia grossa, que apresenta variações pronunciadas, quanto mais próximos à várzea. Esta heterogeneidade textural, sugere a presença de colúvio na porção superficial desta parte da toposseqüência, mas que entretanto, não possui dados de mineralogia para confirmação. A configuração do horizonte 2A obtida por descrições de campo (Pranchas 1 e 2), cortando em bisel os horizontes 2 e 4, e a granulometria (pela relação AF/AG), é que sugerem a presença de colúvio.

Quanto à mineralogia, há semelhança entre o perfil TS1 e a amostra de 120 cm (horizonte 4) do TB; as outras duas deste último, demonstram sofrer influência do lençol permanente. A pequena quantidade de caulinita no perfil TB, exceção à amostra de 120 cm, é resultante provavelmente, da alteração parcial da rocha sob influência de hidromorfia, o que pode estar restringindo a formação de caulinita.

Buscando-se subsídios nas observações do solo em campo, nas análises químicas, físicas e mineralógicas realizadas, e visando a classificação dos solos do Canto do Januário conforme apresentado em GAPLAN (1986) para os solos Catarinenses, pode-se tecer algumas considerações.

Os solos das colinas convexo - côncavas estudados encontradas em relevo ondulado a forte ondulado, apresentam cores variáveis entre bruno, vermelho e amarelo; predominam textura argilosa e estrutura granular; a argila é de atividade baixa com alto grau de flocculação; são álicos, com baixos teores de bases e fertilidade química baixa; a relação silte/argila raramente é superior a 5. Estas características são atribuídas ao Podzólico Vermelho-amarelo. A distribuição granulométrica analisada nos perfis TS, TS1, TD e TB, mostram a presença de um horizonte com mais argila (Tabela 3), ou seja um horizonte B textural. Isso pode ser observado através da relação textural entre o percentual de argila do horizonte B<sub>21</sub> e o percentual de argila do horizonte A, nos três primeiros perfis citados, que



é de 1,9. Entretanto, a cerosidade é uma característica de diagnóstico que não foi encontrada em campo.

Em termos de dinâmica hídrica especialmente, a granulometria e a mineralogia levantam a possibilidade de circulação lateral em determinados horizontes, indicado pela redução do percentual de argila e pela redução ou ausência do teor de determinados minerais.

Pelo exposto, os solos do Canto do Januário não se apresentam como Podzólicos Vermelho - amarelos típicos mas, conforme citam OLIVEIRA, JACOMINE & CAMARGO, (1992), quanto aos critérios de classificação geral dos solos do Brasil,

*“Alguns Podzólicos Vermelho - amarelos apresentam, apesar de argilosos, estrutura e cerosidade pouco desenvolvidas, chegando a constituir-se solos intermediários com latossolos (...). São os Podzólicos Vermelho - amarelos Latossólicos (...).”* (OLIVEIRA, JACOMINE & CAMARGO, 1992 - p.125).

### 2.3. Estudo da Porosidade

Considerando-se a funcionalidade do poro como reservatório hídrico para as plantas, deve-se levar em conta dois limites importantes no espectro da porosimetria:

a) a porosidade responsável pela **capacidade de campo**; este conceito, embora nem sempre represente a realidade, ainda é usado indicando a máxima quantidade de água disponível às plantas e que é retida sob um potencial de 1/3 atm. Segundo DUCHAUFOR (1984), a água retida no solo pela força de capilaridade, ocupa poros com tamanho entre 10 e 0,2  $\mu$ .

b) a porosidade que retém água a partir do **ponto de murcha permanente**, reservam água que não é capaz de ser extraída pela vegetação. Neste limite, a água está retida sob uma tensão de -15 atm. (REICHARDT, 1978), e é denominada água de ligação, ocupando, portanto, poros menores ou iguais a 0,2  $\mu$  (DUCHAUFOR, 1984).

Entre estes dois limites, a água está disponível à vegetação.

A porosidade é resultante da disposição das partículas minerais do solo: depende portanto da textura, do estado de floculação dos colóides e da forma como se encontram organizadas; ou seja, depende da estrutura do solo.

Segundo GROHMANN (1972), “a caracterização do sistema poroso é importante no estudo da estrutura do solo, na investigação do armazenamento e movimento da água e de gases nos estudos sobre a resistência mecânica apresentada pelo solo por ocasião de seu manejo” (p.77). WIDIATMAKA (1990), estudando as características físico-hídricas dos solos de uma vertente granítica na Bretanha (França), reafirma que a estrutura e a porosidade decorrente são determinantes para a retenção de água no solo. As semelhanças pedológicas se traduzem através da semelhança dos comportamentos hídricos. CURMI (1988) estudando a relação entre o espaço poral e o funcionamento hídrico em amostras com estrutura conservada, também reforça a importância da porosidade.

Há uma relação entre textura e porosidade: segundo BRADY (1979), em geral solos arenosos apresentam de 35 a 50 % de poros e solos pesados, como é o caso em estudo (item 2.2.1., Granulometria), apresentam de 40 a 60% de poros. De acordo com GROHMANN (1972),

*“...dependendo da natureza da distribuição das partículas, o solo pode ter uma porosidade mínima de cerca de 30% e uma máxima de 80%. Normalmente, valores da porosidade do solo são da ordem de 40-60%, devido a reunião das partículas unitárias em microagregados e agregados”* (p.79).

Dependendo especialmente do tamanho, a funcionalidade do poro é distinta. HÉNIN & MONNIER (1976), dividem a porosidade do solo em dois tipos: a macroporosidade onde circula ar e água e corresponde aos poros mais grosseiros e a microporosidade, que corresponde ao volume de poros utilizados no armazenamento da água e corresponde aos poros mais finos. Para BONNEAU & SOUCHIER (1979), a microporosidade ou porosidade capilar, corresponde ao volume de poros que retêm água após drenagem (diâmetro inferior a 3-8  $\mu$  dependendo da textura) e a macroporosidade que, sob mesmas condições, é ocupada por ar. CURMI (1988), estudando a retenção de água na porosidade de torrões compactados e não compactados, observou que onde a porosidade grosseira era mais abundante, havia maior retenção de água a baixas tensões, do que onde a porosidade grosseira era mais reduzida.

As tensões da água no solo, são similares às interações que ocorrem entre a água em capilares de vidro. Quanto menores as dimensões do tubo, menor a tensão de água dentro dele, o que faz a água subir dentro dele. (REICHARDT, 1978). Esta relação pode ser assim expressa:

$$h = 2\gamma / R$$

$h$  = altura de água ou tensão do capilar;  $\gamma$  = tensão superficial da água que pode ser tomada como uma constante igual a  $76 \text{ erg. cm}^{-2}$ ;  $R$  = raio do poro.

BONNEAU & SOUCHIER (1979) afirmam que os vazios mais grosseiros que existem entre os agregados, constituem a porosidade lacunar e os que resultam das fissuras, constituem a porosidade fissural, ambos componentes da porosidade estrutural. KERTZMANN (1996), estudando Latossolo Roxo, classifica a porosidade, em relação ao tamanho do poro: os poros intra-agregados (menores que  $0,1 \mu$ ), os poros interagregados (entre  $0,1$  e  $300 \mu$  aproximadamente), e os canais (acima de  $300 \mu$  aproximadamente).

As técnicas para determinação da porosidade do solo, são variadas. KERTZMANN (1996), fez um levantamento dessas técnicas, e o seu alcance na avaliação da distribuição e tamanho de poros do Latossolo Roxo.

A **determinação das densidades**, permite uma avaliação da porosidade total do solo, que corresponde a somatória de todos os poros, independente de seu tamanho, forma e distribuição. Faz-se necessário a utilização de outras técnicas, para a quantificação desses aspectos.

Pesquisadores tem se utilizado da técnica de **porosimetria a mercúrio** (GRIMALDI 1981, VAN NOORT 1984, FURIAN 1994, KERTZMANN 1996). Ela é expressa por meio de injeção de mercúrio em função do raio de poros, permite uma análise precisa da distribuição do tamanho de poros (KERTZMANN, 1996). Esta técnica entretanto, também apresenta limitações; segundo GRIMALDI (1981), o método baseia-se em fenômenos de capilaridade; dependendo do tipo do processo de desidratação da amostra, a sua estrutura inicial pode alterar; os “estrangulamentos” dos poros podem “mascarar” as pressões necessárias ao preenchimento de certas formas e tamanho de poros. A porosimetria à mercúrio, também não informa sobre as características morfológicas dos poros (forma e distribuição espacial), permitido por métodos de análise de imagens (FURIAN, 1994).

A **micromorfologia** permite a visualização direta da forma dos poros, sua distribuição e intercomunicação, entretanto está limitada a uma secção oblíqua apenas no campo visual do microscópio.

O estudo **da curva de retenção** também permite o conhecimento da porosidade. A sua obtenção, é feita através da extração de água de torrões de solo. Partindo-se do

princípio de que na amostra saturada todos os poros estão ocupados por água, em laboratório, emprega-se pressão para a drenagem do sistema.

*“A pressão é inversamente proporcional ao raio dos poros, o que possibilita correlacionar o volume de vazios de acordo com o tamanho dos poros, construindo-se uma curva porosimétrica” (KERTZMANN, 1996 - p. 73).*

Esta técnica entretanto, também apresenta limitações. A saturação completa dificilmente é obtida, devido à presença de ar ocluso dentro dos poros, em forma de bolhas, e também ao fenômeno da histerese, que influi na representatividade da curva (REICHARDT, 1978).

Com base em KERTZMANN (1996), BREWER (1996) e JONGERIUS (1957), estes 2 últimos citados por CHAUVEL (1979), elaborou-se resumo esquemático do alcance das técnicas utilizadas no estudo da porosidade, a denominação e a funcionalidade em relação ao seu tamanho (Figura 24). As análises de porosidade total, porosimetria à mercúrio e micromorfologia, serão discutidas a seguir e o estudo das curvas de retenção está incluído no capítulo 3 - A água no Solo.

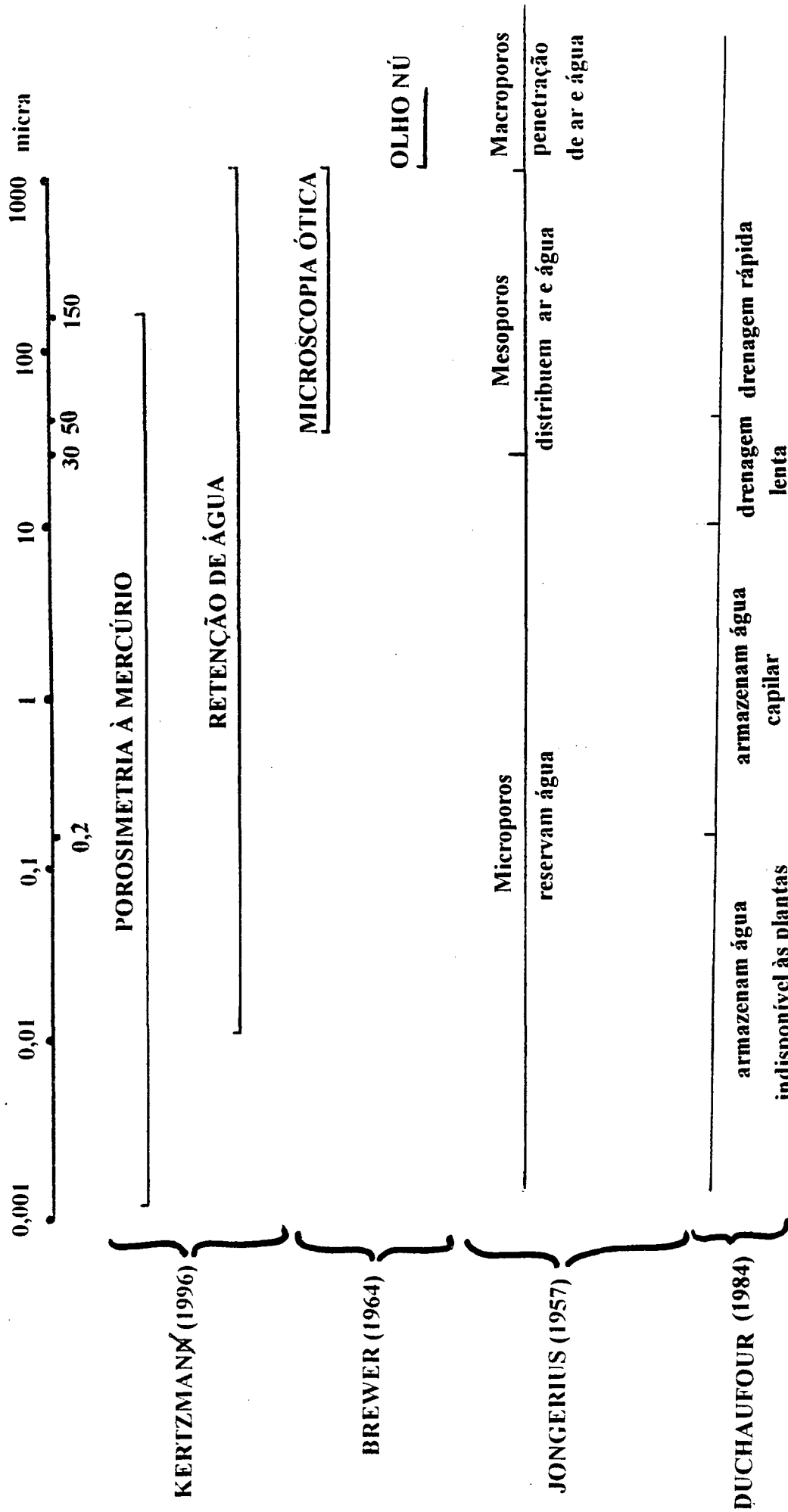


Figura 24: Resumo esquemático do alcance das técnicas utilizadas no estudo da porosidade, a denominação e a funcionalidade do poro em relação ao seu tamanho.

## 2.3.1. Porosidade Total

### 2.3.1.1. Materiais e Métodos

A porosidade total foi determinada através da densimetria, realizada através do método do picnômetro (EMBRAPA, 1979). As amostras foram coletadas nas trincheiras TD, TB e TM (trincheira aberta na mata), em anéis volumétricos de 50 cc, com duas repetições. Após retiradas do anel, as amostras foram secas em estufa a 105° C, até apresentarem peso estável. Com isto, foi possível obter-se a Densidade Aparente, calculada através da seguinte expressão (segundo EMBRAPA, 1979):

$$\text{Densidade Aparente (g/cm}^3\text{)} = \text{peso da amostra seca a } 105^\circ \text{ C} / \text{volume do anel}$$

Para obter-se a Densidade Real, pesou-se 20 g de solo que foram depositados em picnômetros de 50 ml e preenchidos com álcool etílico P.A., por meio de bureta de 50 ml, agitando bem o balão para eliminar as bolhas de ar que se formam, anotando o volume de álcool gasto. A Densidade Real foi calculada através da expressão (segundo EMBRAPA, 1979):

$$\text{Densidade Real (g/cm}^3\text{)} = \text{peso da amostra seca a } 105^\circ \text{ C} / 50 - \text{vol. de álcool gasto}$$

A porosidade total foi calculada a partir da densidade aparente e da densidade real do solo conforme a expressão (segundo EMBRAPA, 1979):

$$\text{Porosidade Total (\% volume)} = 100 \cdot (\text{Dens. Real} - \text{Dens. aparente}) / \text{Dens. Real}$$

### 2.3.1.2. Resultados e Discussões

Os resultados obtidos, estão apresentados na Tabela 7 e nas Figura 25 (a) e (b) e 26.

Ao levar-se em consideração os perfis individualmente, observa-se, através da Tabela 7 e Figura 25, que o perfil TD, apresenta porosidade menor no horizonte A, até 40 cm; aumentando em seguida, mantendo-se constante entre 47 e 120 cm, então no interior do horizonte B<sub>21</sub>, acima da porção com manchas de hidromorfia, conforme assinalado na Prancha 2.

**Tabela 7: Média da densidade aparente (d), densidade real (D) e porcentagem de espaço poroso total em profundidade, nos perfis TD, TB e TM:**

Perfil	Horizonte	Profundidade (cm)	Média da Dens. Aparente	Média da Dens. Real	Porosidade Total (%)
<b>TD</b>	1	2	1,61	2,57	37,4
	1	10	1,44	2,51	42,6
	1	30	1,48	2,47	40,1
	1 A	47	1,41	2,68	47,4
	2	80	1,35	2,55	47,1
	2	120	1,37	2,60	47,3
<b>TB</b>	1	2	1,28	2,57	50,2
	1 A	12	1,22	2,47	50,6
	2 A	20	1,11	2,45	54,7
	4	30	1,15	2,44	52,9
	4	60	1,42	2,47	42,5
	4	90	1,28	2,53	49,4
<b>TM</b>	1	10	1,17	2,46	52,4
	1	20	1,52	2,57	40,9
	2	40	1,40	2,74	48,9
	2	60	1,32	2,67	50,9
	2	80	1,51	2,70	44,1

O perfil TB, ao contrário, já sob influência de forte hidromorfia, apresenta maior porosidade no horizonte A e no B<sub>21</sub> (2A), até 40 cm, com forte diminuição na parte superior do horizonte BC (horizonte 4) e aumento a seguir. Neste caso, a porosidade mais elevada, até 40 cm, coincide com os horizontes marcados por hidromorfia, e a diminuição na parte superior do 4, pode indicar dificuldade de drenagem vertical, coincidente com a sensação do seco ao tato obtida no campo.

O perfil da mata, por sua vez, apresenta forte retração da porosidade na base do horizonte A (20 cm): acima e abaixo os valores são similares. Assinala-se que no campo não foi observada nenhuma característica, neste aspecto, a não ser a mudança gradual de cor e diminuição de raízes.

Quanto aos horizontes individualmente, observa-se redução da porosidade na base do **horizonte 1** (perfil TD e TM), confirmando a observação de campo, onde a porosidade tubular é pouco visível, embora seja registrado porosidade de arranjo entre torrões.

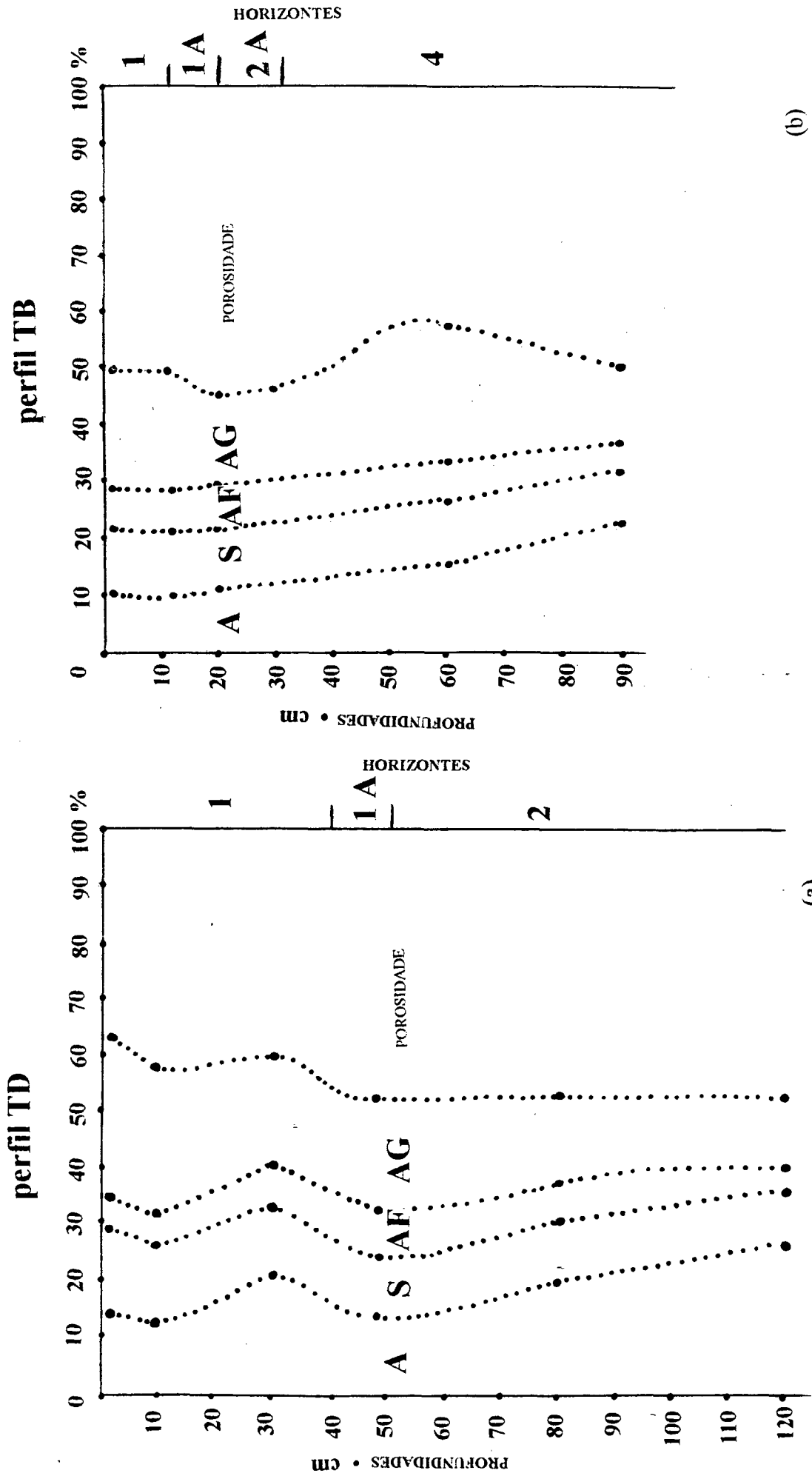
O **horizonte 2** e **2A** nos perfis sob pastagem, apresentaram os maiores valores de porosidade total, confirmando a desenvolvida porosidade tubular centimétrica e fissural interagregados observada em campo. A atividade biológica pode estar influenciando esta maior porosidade. No perfil da mata, esta influência ocorre na parte superficial do horizonte

1. A presença de manchas de hidromorfia no horizonte 2A, com porosidade elevada, é um indício de acúmulo de água e movimentação lenta, como será referido a seguir.

A estrutura poliédrica bem desenvolvida do horizonte 2 observada em campo, também estaria relacionada à porosidade mais abundante observada através da análise da porosidade total. A estrutura poliédrica pode corresponder à uma diminuição da porosidade total, especialmente da macroporosidade.

O **horizonte 4**, no perfil TB, apresenta uma redução seguida de um aumento da porosidade total em direção ao interior do perfil; esta variação acompanhou o aumento gradual da argila e redução da areia grossa, enquanto as demais frações mantiveram-se constantes. A redução da porosidade total neste horizonte corresponde à zona seca ao tato, e pode significar uma limitação ao fluxo vertical da água, que permaneceria mais tempo, armazenada no horizonte 2A, induzindo à hidromorfia.





A - argila S - silte AF - areia fina AG - areia grossa

Figura 25: Representação dos resultados de porosidade total em relação às frações granulométricas dos perfis: a) TD; b) TB

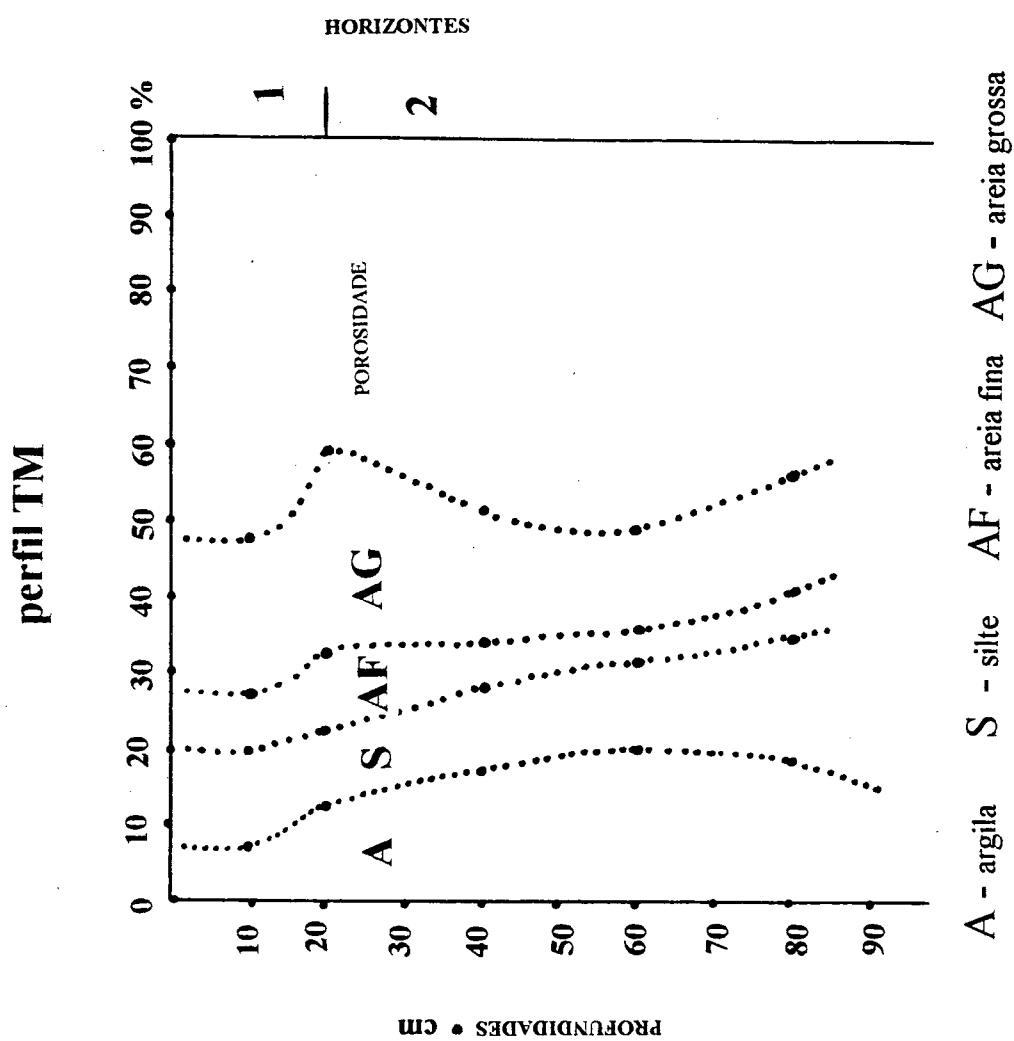


Figura 26: Representação dos resultados de porosidade total em relação às frações granulométricas do perfil TM

A - argila    S - silte    AF - areia fina    AG - areia grossa

## 2.3.2. Porosimetria à Mercúrio

### 2.3.2.1. Materiais e métodos

A porosimetria à mercúrio analisa poros especialmente dentro de um intervalo de 0,001 a 150  $\mu$  de raio, abrangendo poros intra-agregados (até 0,1  $\mu$ ) e interagregados (0,1 a 150  $\mu$  aproximadamente) (KERTZMANN, 1996). Neste aspecto, este método discrimina mais que a porosidade total e microscopia ótica, e aproximadamente as mesmas dimensões que a retenção de água, conforme apresentado na Figura 24. A porosimetria à mercúrio permite caracterizar a faixa de água disponível às plantas, retida em poros capilares (tensão > 15 bares, correspondendo a poros de 0,1 a 10  $\mu$ ).

A porosimetria à mercúrio consiste em registrar a quantidade de mercúrio que se pode introduzir em uma amostra desidratada sob uma pressão de injeção determinada. As curvas de porosimetria à mercúrio e as curvas de retenção de água à diferentes pressões, refletem a geometria poral correspondente à uma determinada organização (VAN OORT, 1984). As pressões são tão mais elevadas quanto menores forem os poros.

Cada pressão de injeção de mercúrio corresponde a um raio equivalente de poro, considerando-se o espaço poral como um conjunto de capilares cilíndricos (GRIMALDI, 1981).

A porosimetria a mercúrio foi realizada no Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas de Materiais/Depto. de Eng. Mecânica/UFSC, através do porosímetro "PoreSizer 9320", da marca Micrometrics.

Foram utilizados seis torrões de solo retirados das trincheiras TD e TB, em diferentes profundidades. As amostras com aproximadamente 2,5 g foram secas em estufa a 105 graus C por 48 h e previamente submetidas ao vácuo. Os dados foram produzidos automaticamente, utilizando-se mercúrio P.A. A intrusão iniciou em baixa pressão, em torno de 0,0027 MPa até 201 MPa quando então iniciou-se a extrusão do mesmo. Este intervalo do pressão permitiu a análise do diâmetro de poros compreendido entre aproximadamente 0,01  $\mu$  e 100 $\mu$ .

### 2.3.2.2. Resultados e Discussão

Os resultados foram fornecidos com base na avaliação do diâmetro dos poros em relação ao volume de mercúrio introduzido nas amostras. A apresentação dos resultados foi feita através de gráficos da distribuição simples e acumulada do volume em relação ao espectro poral (Figura 27 à Figura 32) e da Tabela 8. A curva de distribuição simples permite observar o quanto de mercúrio é introduzido na amostra a cada aumento de pressão. E a curva de distribuição acumulada refere-se ao somatório de cada intrusão. Os valores obtidos indicam a porosidade total medida pelo porosímetro, o que entretanto, não significa a porosidade total do solo, já que a amostra utilizada é de tamanho reduzido (2,5 g) e o método registra poros até aproximadamente  $150 \mu$  de volume (KERTZMANN, 1996).

Observando-se as tendências de distribuição simples, pode-se agrupar os resultados em três conjuntos:

- a) amostras TD (11-19 cm) (Figura 27a); TB (0-8 cm) (Figura 28a) e TB (30-38 cm) (Figura 31a): apresentam tendência semelhante na distribuição do tamanho de poros abaixo de  $10 \mu$  e um pico a  $100 \mu$ .
- b) amostras TD (80-88 cm) (Figura 30a) e TB (80-88 cm) (Figura 32a): apresentam curvas bimodais com picos em  $0,02-0,03 \mu$  e  $60-80 \mu$ .
- c) amostra TD (25-33 cm) (Figura 29a): apresentou uma distribuição intermediária entre os dois conjuntos anteriores.

As curvas de distribuição acumulada, refletem o comportamento dos três conjuntos: no primeiro conjunto, as configurações são regulares, com curvas suavizadas (Figura 27b, Figura 28b e Figura 31b); no segundo conjunto (Figura 30b e Figura 32b), as curvas são mais pronunciadas e refletem a configuração bimodal, com um patamar entre os picos, uma distribuição irregular; o terceiro conjunto formado por uma amostra (Figura 29b), apresenta na curva de distribuição acumulada, uma posição de transição entre os dois conjuntos anteriores.

**Tabela 8: Relação (em %), entre o volume de poros preenchidos por mercúrio e o tamanho/funcionalidade da porosidade, baseado na classificação de DUCHAUFOR (1984)**

Disponibilidade Da Água Em Função Do Tamanho Do Poro	Água indisponível p/ as plantas	Água capilar	Água de drenagem lenta	Água de drenagem rápida
Tamanho Do Poro (DUCHAUFOR, 1984)	$< 2 \mu$	0,2 - 10 $\mu$	10 - 50 $\mu$	> 50 $\mu$
Perfil TD 11-19 Cm; Horiz. A (1) - Bruno Amar. C/ Hidr.	30	30	23	17
Perfil TD 25-33 Cm; Horiz. A (1 A) - Transição	38	17	19	26
Perfil TD 80-88 Cm; Horiz. B <sub>21</sub> (2) - Bruno Am. Homog.	69	8	15	8
Perfil TB 0-8 Cm; Horiz. A - Bruno Amar. Esc. C/ Hidr.	39	30	15	15
Perfil TB 30-38 Cm; Horiz. B <sub>g</sub> /BC <sub>1</sub> (2A/4)- Transição	32	26	27	13
Perfil TB 80-88 Cm; Horiz. BC <sub>3</sub> - Am. Brun. Seco Tato	71	5	14	10

Através dos percentuais apresentados na Tabela 8, observa-se que o primeiro conjunto apresenta a porosidade relativamente bem distribuída nas quatro classes, com predomínio de porosidade capilar e poros menores que 2  $\mu$ . No segundo conjunto, predominam poros muito pequenos (69 e 71 %); a porosidade capilar é muito pequena (5 e 8 %). A amostra retirada em TD a 25-33 cm, é que apresentou o maior percentual de poros com capacidade de drenagem rápida; o percentual de porosidade menor que 2  $\mu$ , é semelhante ao do primeiro conjunto.

Considerando-se os horizontes individualmente, e a funcionalidade dos poros presentes, tem-se:

**Horizonte A (1) - Bruno cinzento escuro a Bruno amarelado escuro com hidromorfia:** apresenta 30-39 % de porosidade menor que 2  $\mu$ , onde a água é indisponível às plantas; a porosidade capilar responsável pela capacidade de campo compreende 30 % dos poros; os poros de drenagem lenta ocupam 15 a 23 % e os de drenagem rápida 15 a 17% do total de poros analisados pelo porosímetro.

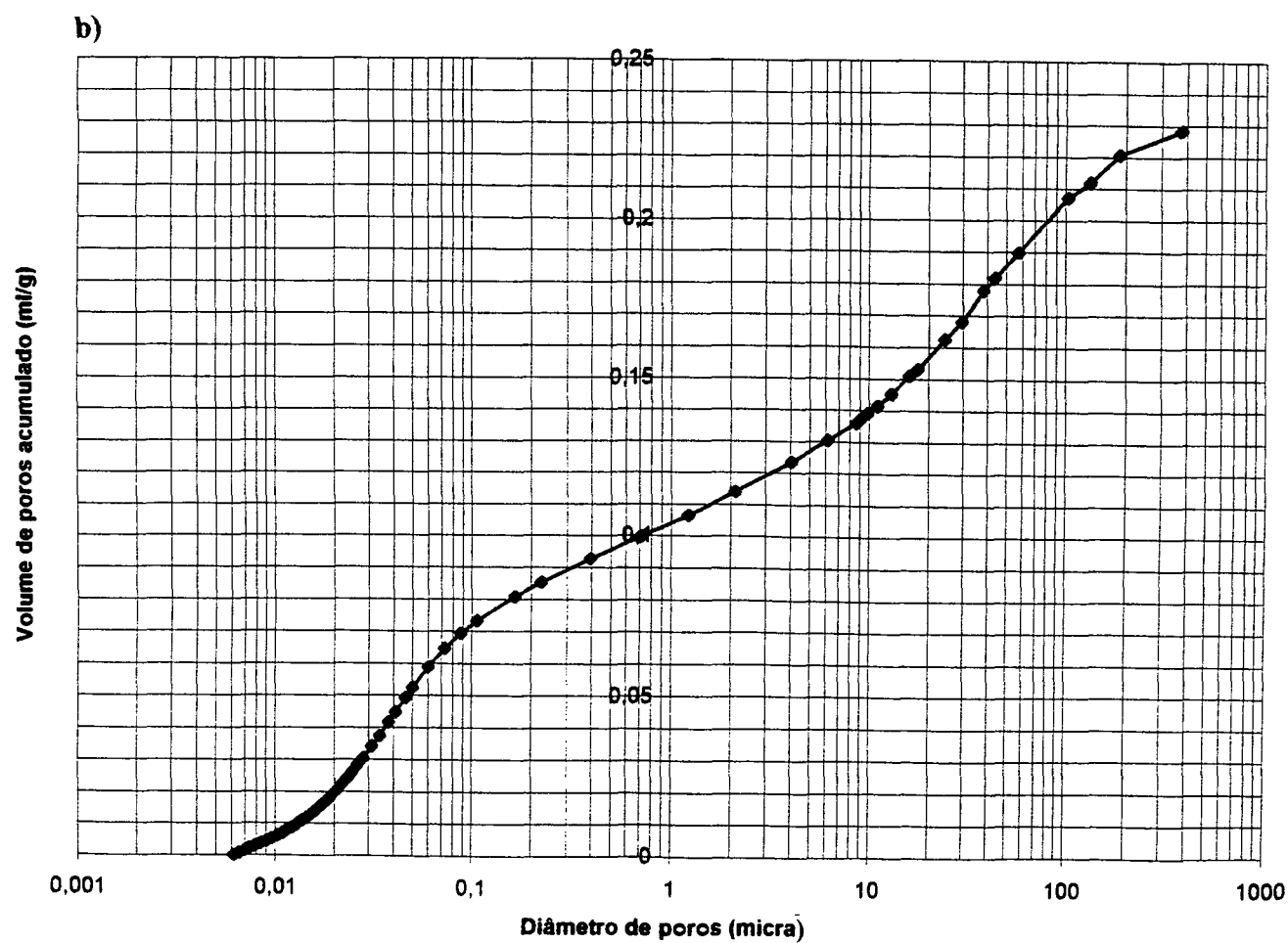
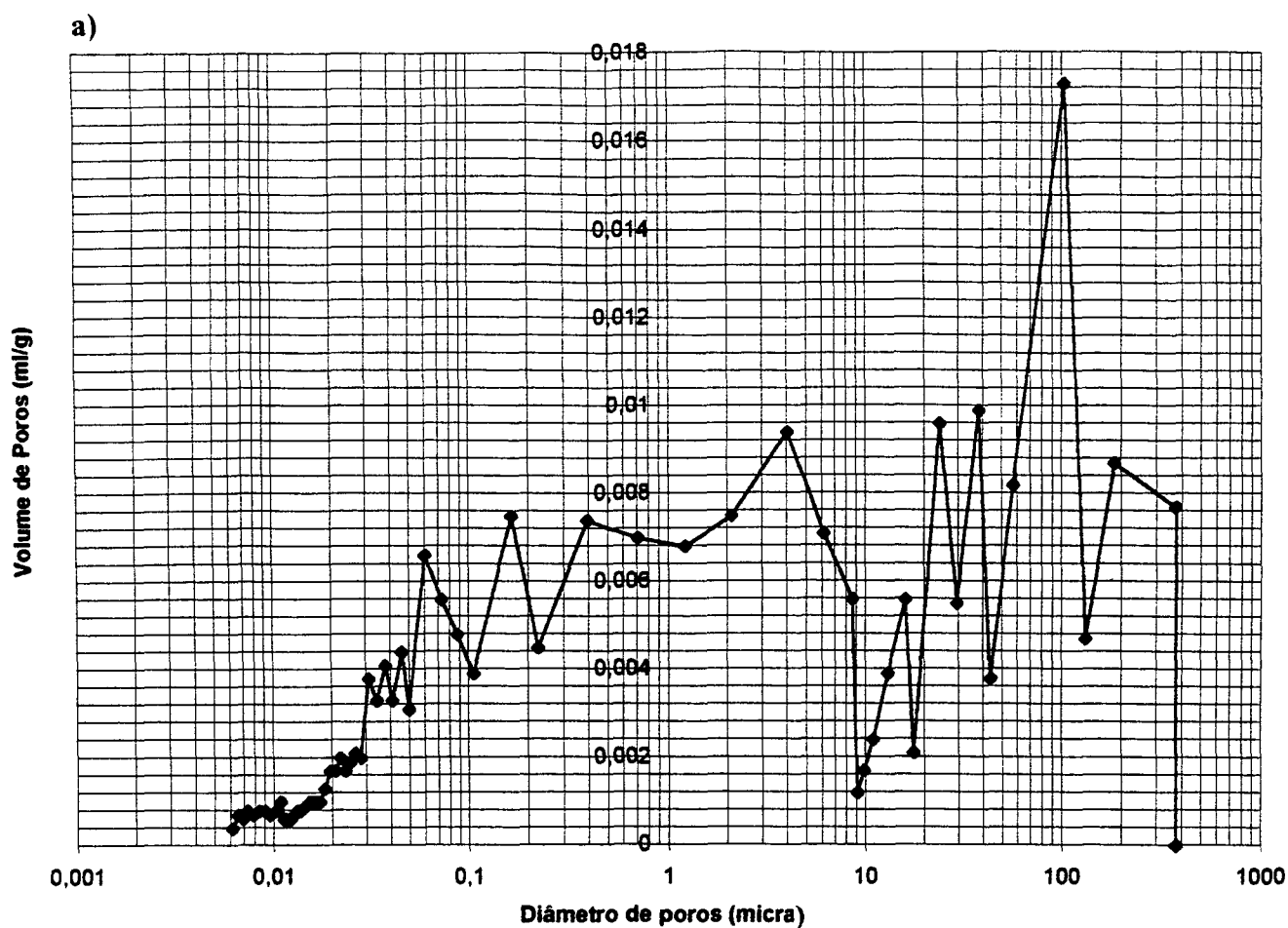


Figura 27: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio do horizonte 1 - bruno amarelado escuro com hidromorfia (perfil TD, 11-19 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada.

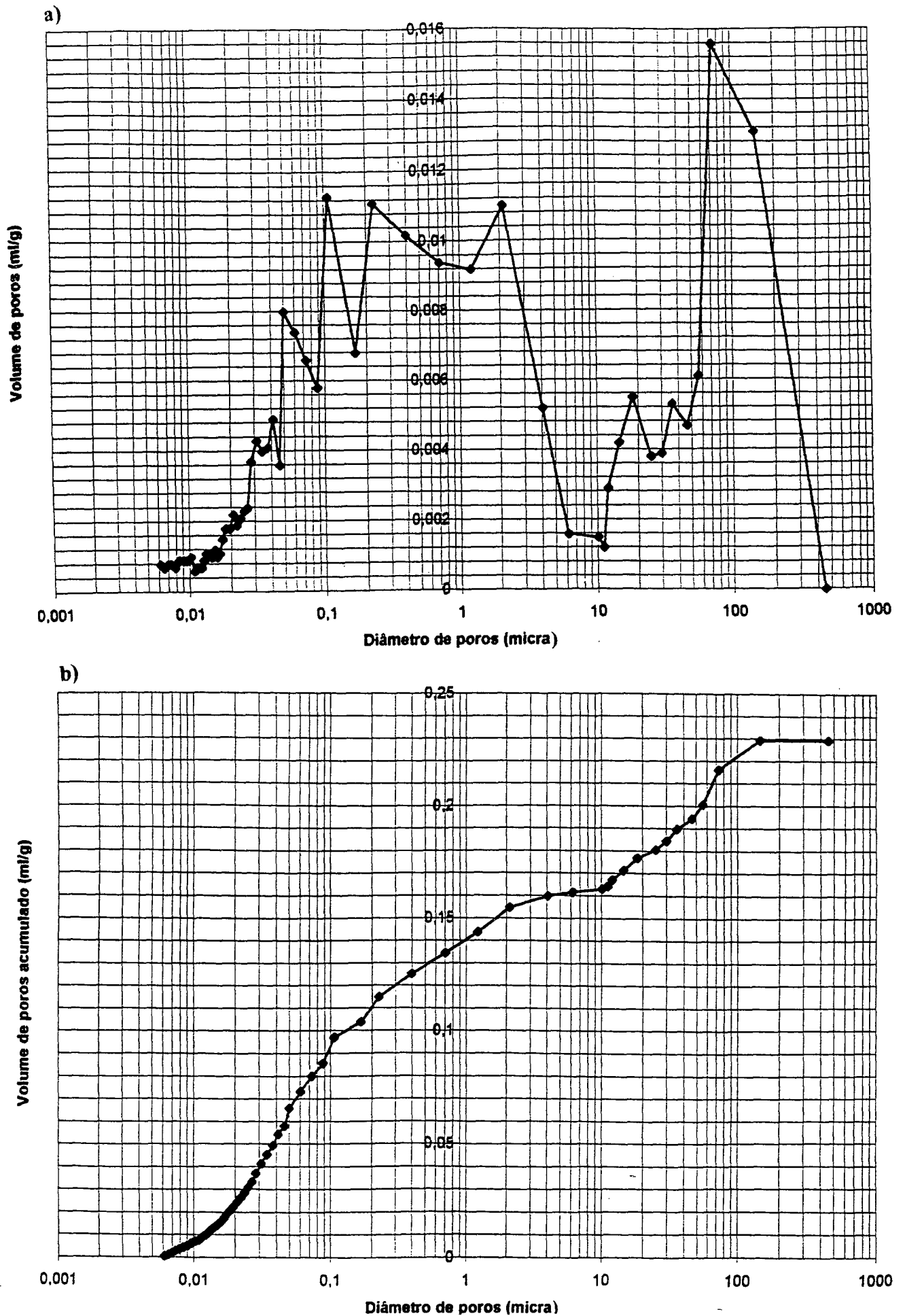


Figura 28: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio do horizonte 1 - brunho amarelado escuro com hidromorfia (perfil TB, 0-8 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada.

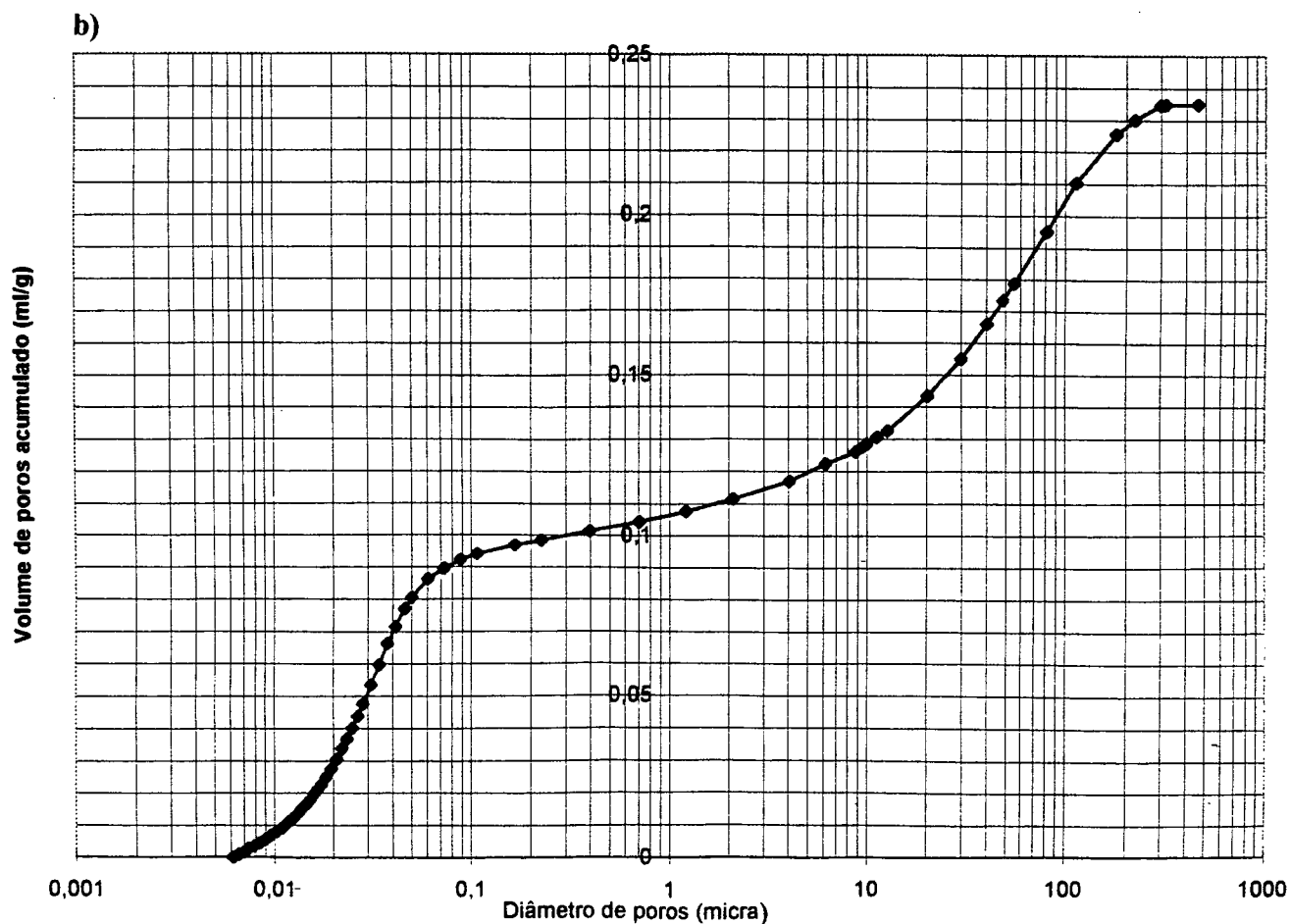
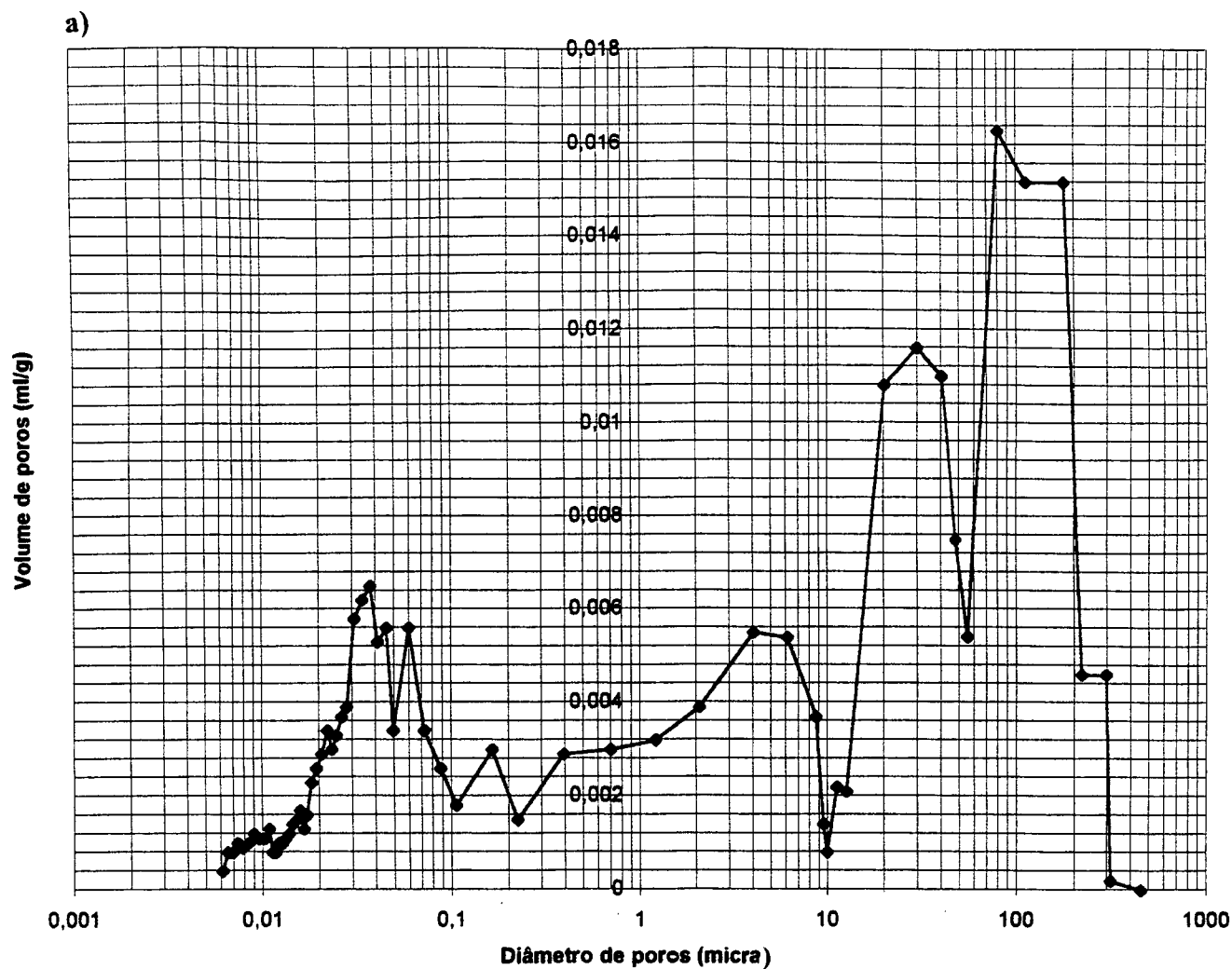


Figura 29: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio do horizonte 1 A-transição (perfil TD, 25-33 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada.



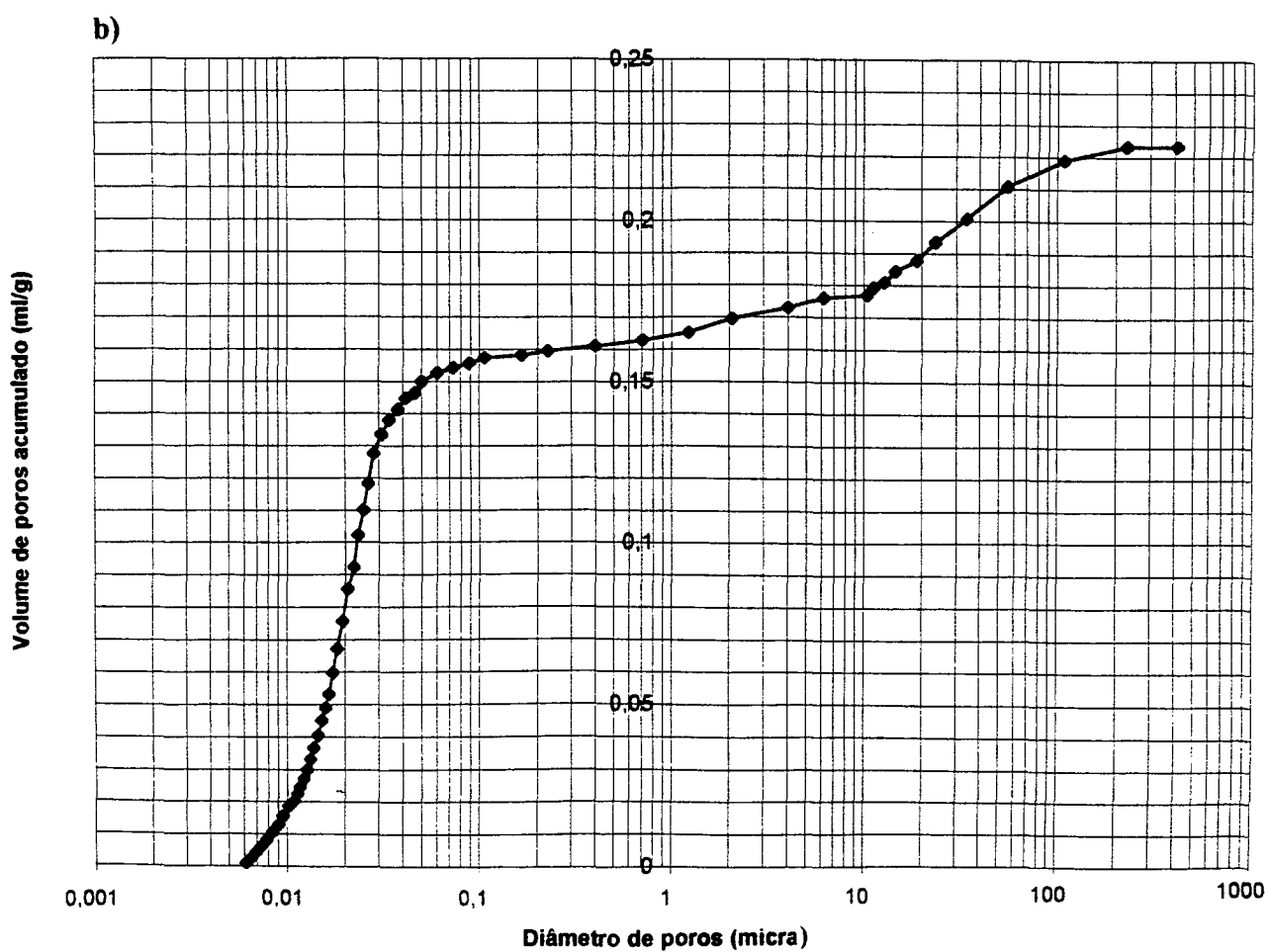
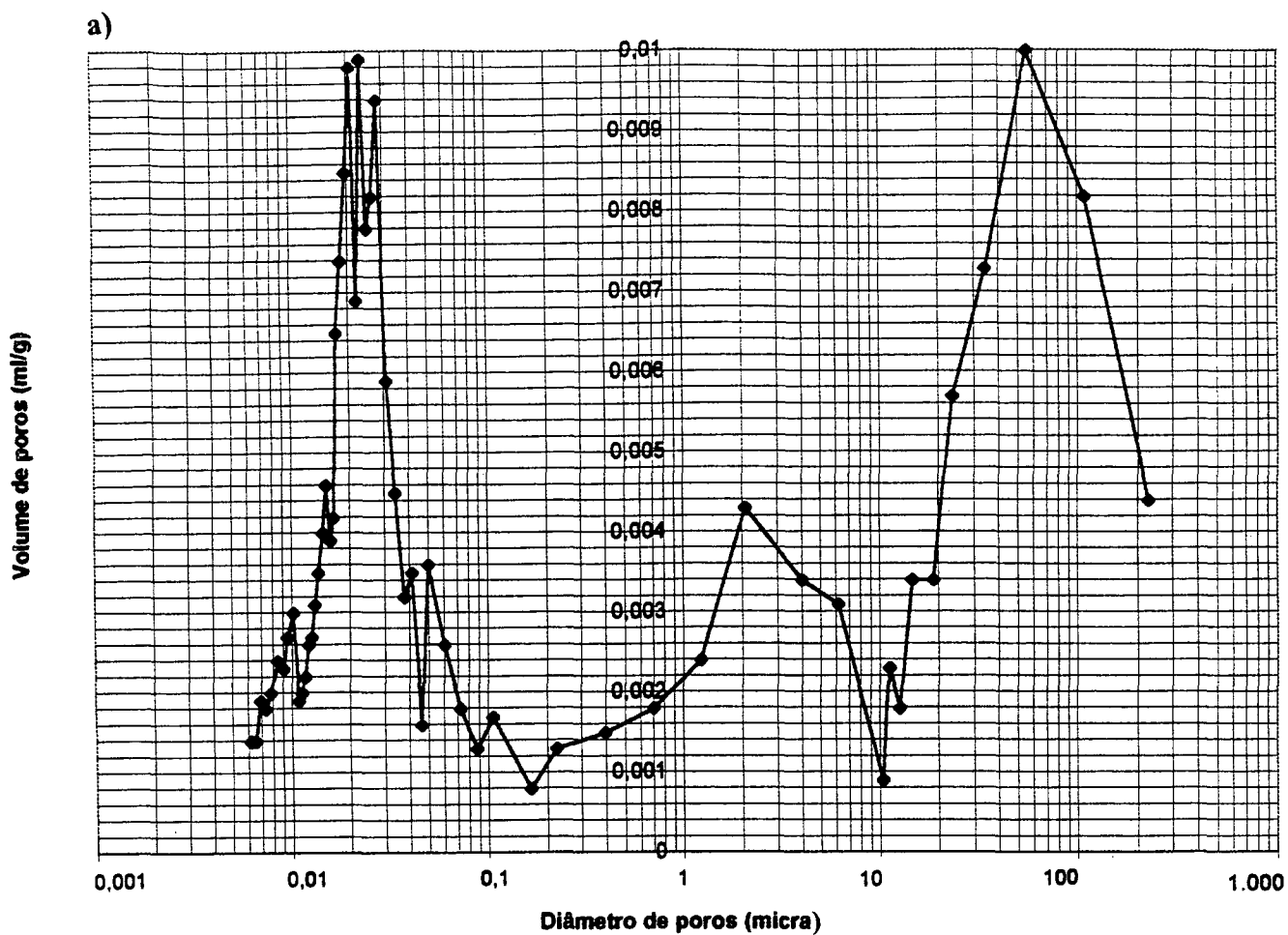


Figura 30: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio do horizonte 2 - bruno amarelado homogêneo (perfil TD, 80-88 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada.

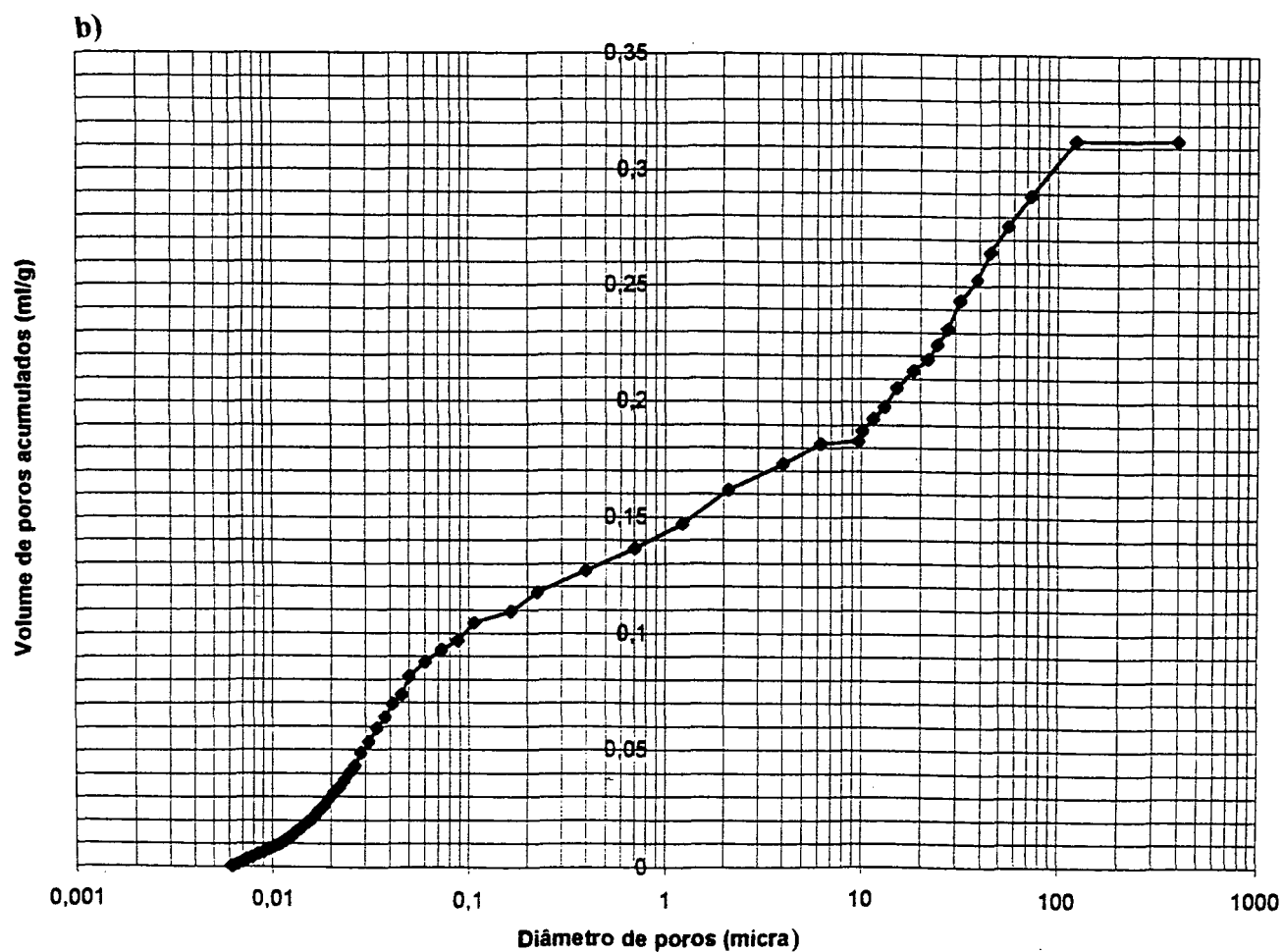
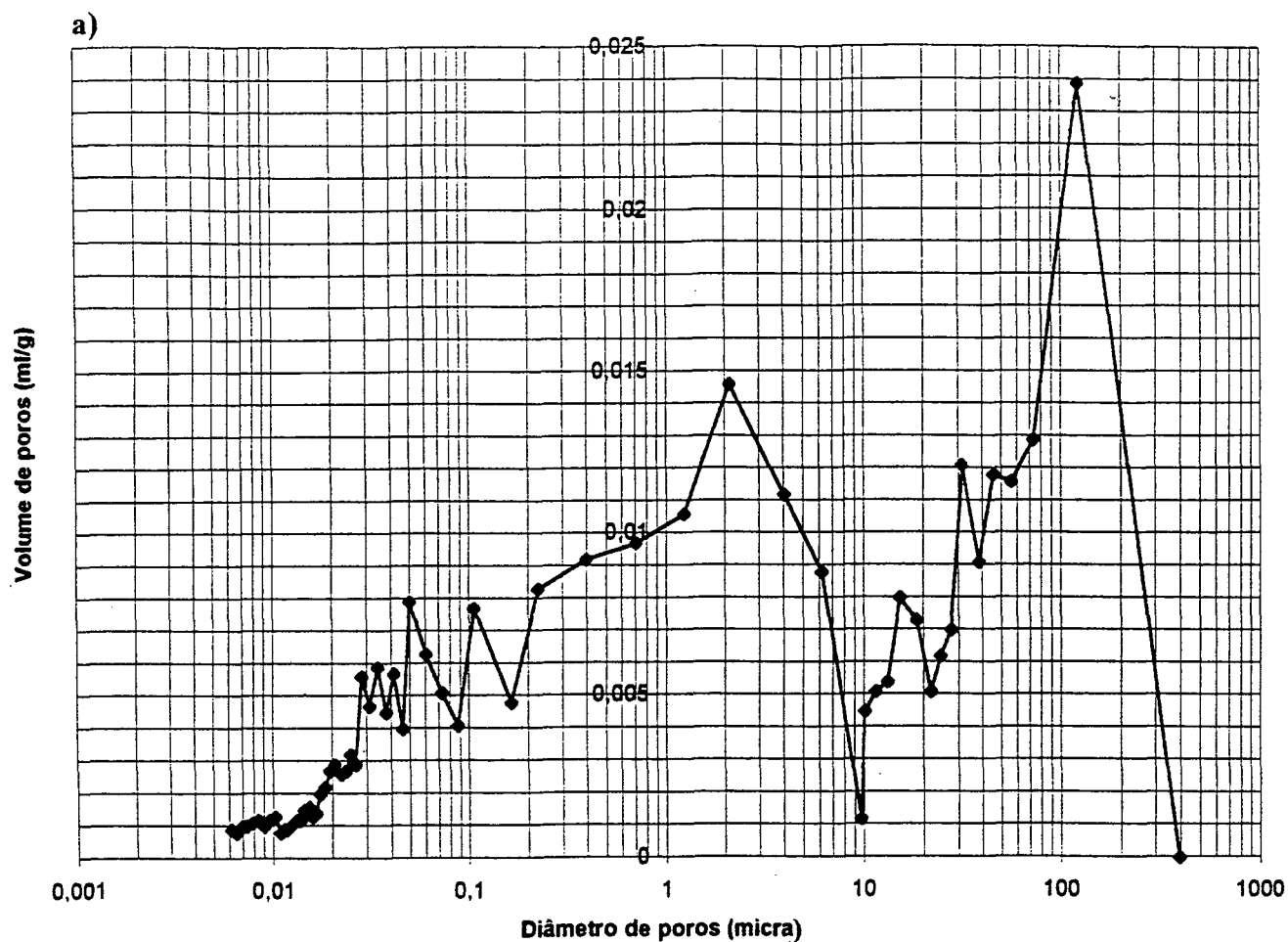


Figura 31: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio, na transição do horizonte 2A - bruno amarelado com hidromorfia e do horizonte 4 - amarelo brunado com hidromorfia (perfil TB, 30-38 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada.

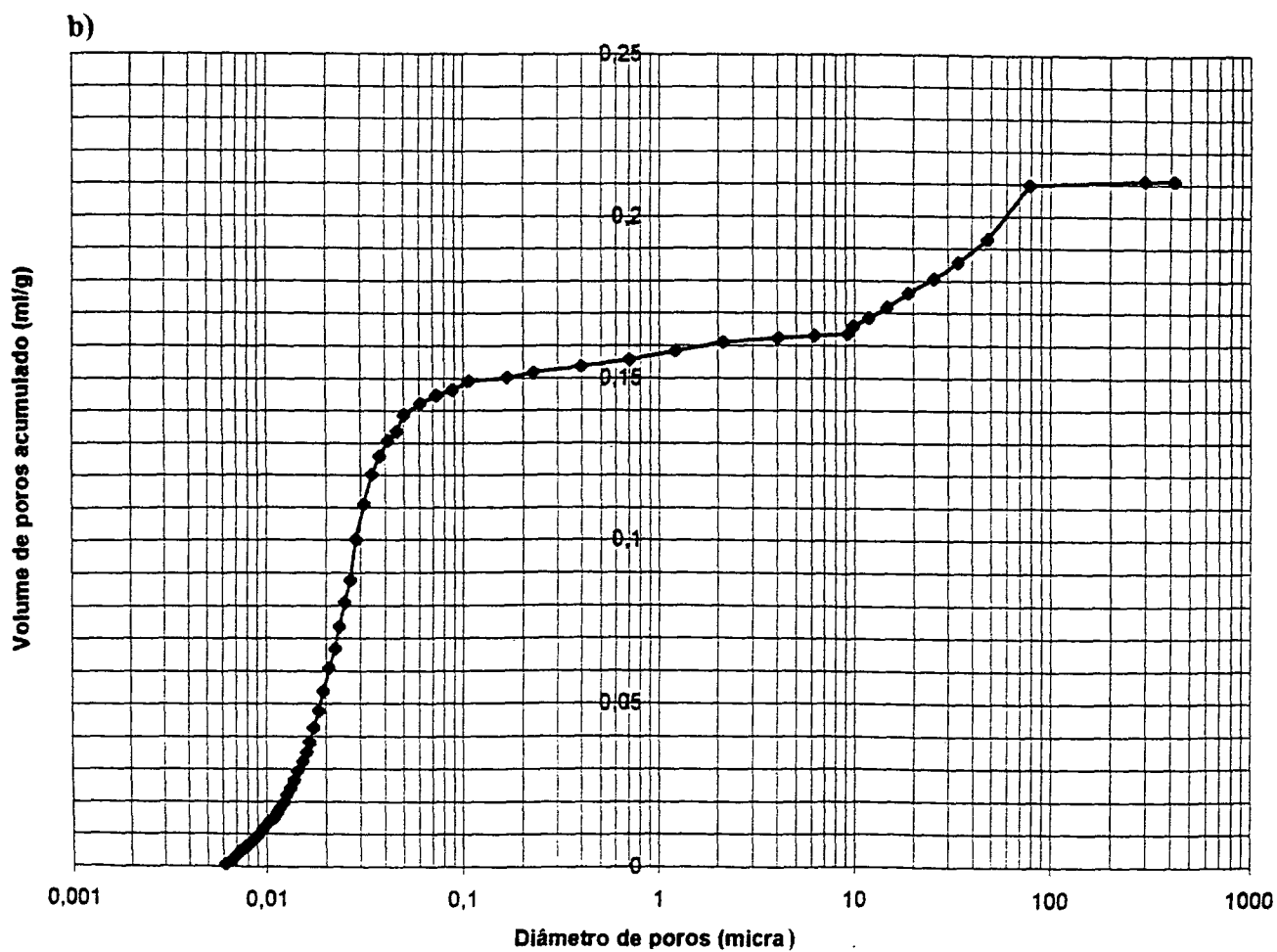
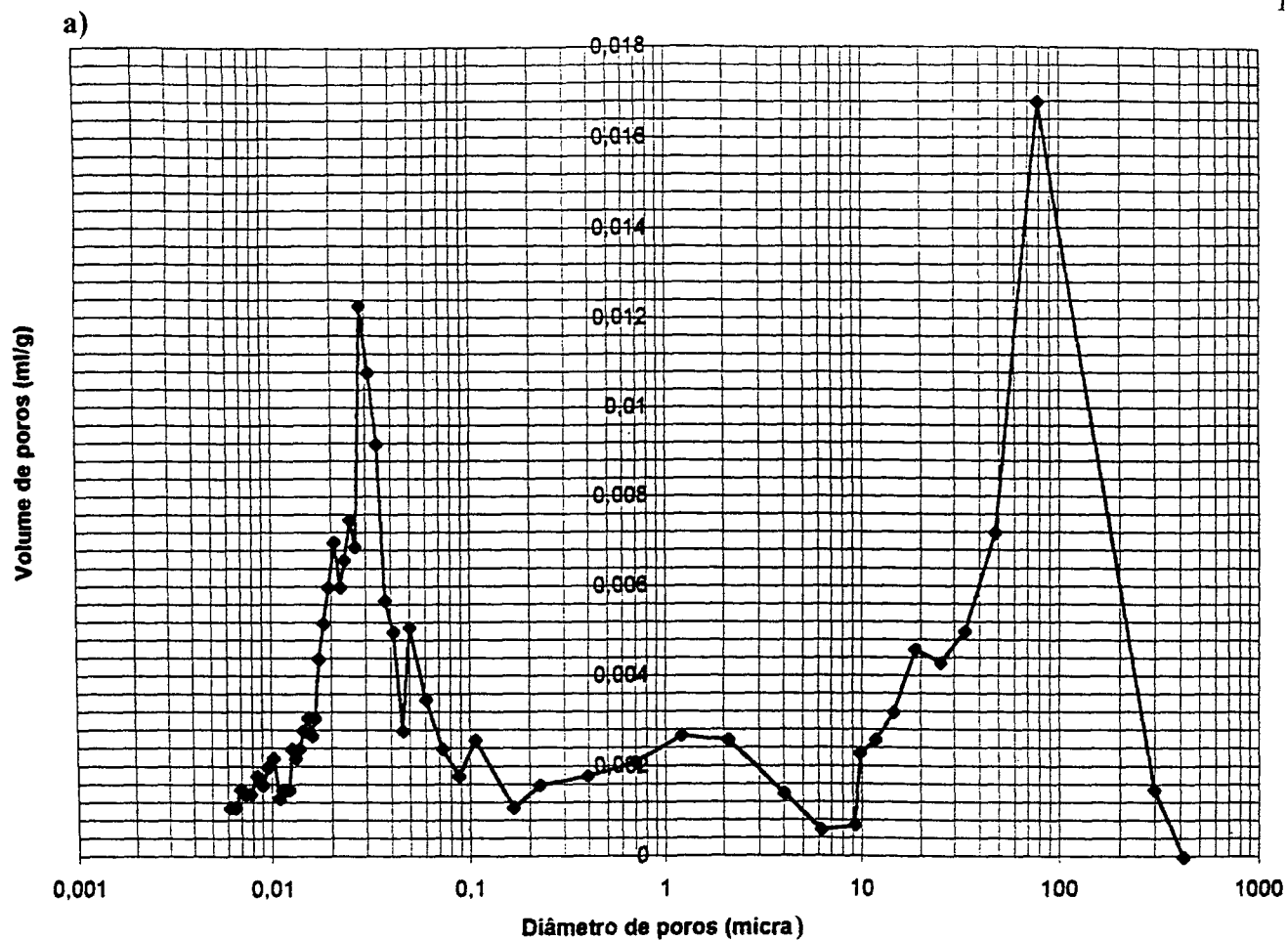


Figura 32: Representação gráfica dos valores obtidos com a porosimetria à mercúrio do horizonte 4 - amarelo brunado, seco ao tato (perfil TB, 80-88 cm de profundidade): a) curva de distribuição simples; b) curva de distribuição acumulada.

**Horizonte A (1 A) de Transição entre horizontes 1 e 2:** apresentam o maior percentual de poros acima de  $50 \mu$  (26 %); a porosidade menor que  $2 \mu$  é semelhante à do horizonte superficial (38%); a porosidade capilar e a porosidade de drenagem lenta ocupam 17 e 19 % respectivamente.

**Transição Bg/BC (2A/4):** mostrou percentuais semelhantes aos do horizonte superficial.

**Horizonte B<sub>21</sub> (2) - Bruno amarelado homogêneo e Horizonte BC<sub>1</sub> (4)- Amarelo brunado, seco ao tato:** mostraram-se bastante semelhantes e caracterizam-se por um predomínio acentuado de poros menores que  $2 \mu$ , sendo 69 e 71 % respectivamente. Salienta-se que a água ali retida é indisponível para as plantas, sendo a permeabilidade também bastante restrita. A porosidade capilar é relativamente reduzida (5 e 8%), seguida pela porosidade de drenagem rápida (8 e 10%) e de drenagem rápida (15 e 14 %) respectivamente.

### 2.3.3. Características Micromorfológicas

#### 2.3.3.1. Materiais e métodos

Com a análise micromorfológica, buscou-se uma melhor compreensão da organização e forma dos vazios e sólidos do solo, e suas relações com as demais características físicas e com o funcionamento hídrico da cobertura pedológica. A microscopia ótica permite a visualização de elementos com tamanho a partir de  $30 \mu$ , correspondendo a meso e macroporosidade, conforme JONGERIUS (1957, In.: CHAUVEL, 1979).

A metodologia de impregnação de amostras de solos para a confecção de lâminas delgadas, foi baseada em CASTRO (1989).

Realizou-se coleta de amostras indeformadas de solo, em 18 sítios dos perfis TS, TD e TB conforme locais indicados na Prancha 2. Em laboratório, as amostras foram secas em estufa (entre 40 e 50° C) e colocadas em recipientes de alumínio para impregnação, com resina de poliéster (Resapol T208), monômero de estireno, e peroxol para catalisar e endurecer a solução. As amostras recém impregnadas, foram colocadas em sistema de vácuo fechado (dessecador ligado a bomba de vácuo) para eliminação das bolhas de ar.

Com o início do endurecimento da resina, as amostras foram deixadas ao ar por 15 a 30 dias, quando a resina endureceu o suficiente, para ser laminada e polida com pó de carborundum, até a espessura de 30  $\mu$ .

A etapa de impregnação foi executada no Laboratório de Laminação do Depto. de Geociências da UFSC. O processo de laminação e polimento foi executado por técnicos do Laboratório de Laminação do Instituto de Geociências da USP. A microscopia e fotografias, foram realizadas no Laboratório de Petrografia do Depto. Geociências, em microscópio ótico - modelo Jenapol da marca Carl Zeiss Jena/Alemanha, sob luz natural, e procuram apresentar porções representativas de cada lâmina.

A descrição das lâminas deu-se individualmente, com base nas características mais relevantes para o estudo (Tabela 9).

A análise da quantidade de plasma, esqueleto e vazios, realizou-se de maneira visual e expressa em relação à área total do campo visualizado.

O tamanho dos vazios foi medido através do microscópio, sobre a superfície das seções. Os intervalos de dimensões dos poros foram definidos em função da possibilidade de visualização no microscópio ótico utilizado. Foi realizada uma quantificação aproximada dos poros, sendo estes divididos em três classes de tamanho: menores que 300  $\mu$ , entre 300 e 1000  $\mu$  e maiores que 1000  $\mu$ . De acordo com o esquema apresentado na Figura 24, foi possível portanto a visualização a observação de mesoporos, sendo os menores de 300  $\mu$  considerados poros interagregados e os maiores de 300  $\mu$ , canais (KERTZMANN, 1996).

Para formas de poros, utilizou-se a classificação proposta por BREWER (1964, In. CHAUVEL, 1979): poros intergranulares (resultante do simples “empilhamento” dos grãos); fissuras (poros planares, estreitos e relativamente longos, resultantes da expansão/retração e compactação); câmaras (poros cavitários interconectados por canais, maiores do que aqueles resultantes do arranjo dos grãos).

**Tabela 9: Características micromorfológicas analisadas em 18 lâminas delgadas, de três perfis da topossequência principal, através de microscópio ótico.**

Horizonte	Perfil:	OBSERVAÇÕES GERAIS		POROSIDADE			Rugosidade:			% de Formas:			% Intercomunicação:			
		Profundid. (cm):	Frequência dos Componentes (%):	% por tamanho de Poros (mm):			ortoporos	metaporos	Fissural	% de Formas:			Câmaras	% Intercomunicação:		
				>1mm	0.3-1mm	<0.3mm				Intergranular	Fissural	Fraca		Moderada	Forte	
	1 TS	0/7	58	8	34	36	33	31	100	0	29	56	15	0	10	90
	1 TS	7/14	58	13	29	44	44	12	100	0	36	40	24	0	50	50
	1 TS	20/27	64	12	24	55	17	28	100	0	1	26	75	20	40	40
	2 TS	60/68	85	5	10	6	21	73	79	21	0	54	46	30	70	0
	2 TS	110/118	82	3	15	9	8	83	76	24	0	67	33	70	20	10
	3 TS	200/208	77	3	20	14	17	69	78	22	0	48	52	70	30	0
	3 TS	220/228	65	7	28	40	17	43	43	57	1	30	69	80	20	0
	7 TS	260/268	78	2	20	9	22	69	60	40	0	92	8	100	0	0
	1 TD	1/9	40	22	38	56	37	7	100	0	34	58	8	10	0	90
	1 TD	11/19	52	10	38	39	44	17	79	21	41	49	0	40	30	30
	1 TD	25/33	54	6	40	30	31	39	88	12	40	52	8	30	40	30
	2 TD	45/53	60	11	29	57	1	42	50	50	11	44	45	40	20	40
	2 TD	80/88	81	5	14	30	10	60	26	74	1	27	72	90	10	0
	1 TB	0/8	65	9	26	47	17	36	83	17	21	58	21	30	20	50
	1 TB	10/18	60	19	21	45	21	34	72	28	19	65	16	10	40	50
	2 TB	30/38	70	6	24	32	7	61	62	18	55	25	10	40	40	20
	4 TB	55/63	70	5	25	26	26	48	80	20	40	42	18	20	30	50
	4 TB	80/88	82	4	14	50	0	50	50	50	8	61	31	70	20	10

Outra característica importante na observação dos vazios foi a rugosidade da parede dos poros; os ortoporos não apresentam paredes lisas e os metaporos apresentam paredes lisas. Segundo CHAUVEL (1979), neste último caso outros fenômenos também agiram, além do simples arranjo dos grãos, como por exemplo o exercício de pressões.

Para a classificação da intercomunicação entre poros, utilizou-se as seguintes classes: fortemente comunicantes, quando mais de 50% estão intercomunicados; moderadamente comunicantes quando menos de 50% dos poros não se comunicam e fracamente comunicantes, quando quase a totalidade dos poros não se comunicam (SALOMÃO, 1994).

Além das características apresentadas na Tabela 9, analisaram-se também outras que, por serem comuns nas 18 lâminas, não constam da tabela mas serão comentadas posteriormente.

### 2.3.3.2. Resultados e Discussão

De cada lâmina colheram-se as características de 10 campos distintos, fez-se as médias das observações e os resultados encontram-se na Tabela 9 e da Figura 33 à Figura 36. As fotos foram selecionadas em função da representatividade em volume e continuidade dos horizontes 1, 2 e 3, presentes desde o topo até a baixada. Estes horizontes apresentam características e conseqüentemente comportamento hídrico significativamente distinto.

Caracterizando os horizontes individualmente com base nas observações das lâminas delgadas, tem-se:

**Horizonte A (1):** É nitidamente mais poroso em termos de quantidade e tamanho de poros, sendo 70% ortoporos; a porosidade intergranular é bem desenvolvida. Predomina o plasma dentre os componentes, sendo entretanto em quantidade menor que os demais horizontes, ao contrário da quantidade de esqueleto que é mais abundante. Quanto à rugosidade dos poros, é acentuadamente ortoporos, destacando-se dos demais horizontes. Apresenta número elevado de poros intergranulares. A intercomunicação dos poros é acentuadamente forte.

**Horizonte B<sub>21</sub> (2):** Apresenta um aumento da quantidade de plasma com redução na quantidade de esqueleto e poros (<5%). A expressividade da porosidade fissural centimétrica e fissural interagregados é confirmada pelas observações de campo. A quantidade de poros é mais reduzida que no horizonte 1, em contrapartida, a quantidade de

plasma é maior. A quantidade de poros menores que 300  $\mu$  é bem superior ao horizonte 1, nunca sendo inferior a 42%. Predominam os ortoporos. A forma predominante dos poros é a fissural e em câmaras, com intercomunicação moderada à fraca.

**Horizonte B<sub>22</sub> (3):** É semelhante ao horizonte 2 quanto a proporção dos constituintes, tamanho de poros, forma de poros e presença de material seco ao tato. Predominam os menores de 300  $\mu$ . Quanto à rugosidade dos poros, predominam os ortoporos mas com grande quantidade de metaporos também, divididos entre as formas fissural e em câmaras mas não intergranular, ambos de intercomunicação acentuadamente fraca.

**Horizonte BC<sub>1</sub> (4):** Predomina o plasma, com poucos poros e razoável quantidade de esqueleto. O tamanho dos poros é bastante variável, distribuindo-se entre as classes observadas na microscopia. Predominam os ortoporos, embora a presença dos metaporos também seja importante. As formas dos poros são bem distribuídas entre as três classes, embora com predomínio da fissural. A intercomunicação, da mesma forma, é bastante variável.

**Horizonte BC<sub>2</sub> (7):** Apesar de poros de bom tamanho (predominam os maiores de 300  $\mu$ ) de forma fissural, observou-se 100% de fraca comunicação entre eles.

Com relação às características comuns à todas as lâminas, da Figura 33 à Figura 36, é possível observar-se a ausência de cutãs de iluviação, ou de qualquer sinal de preenchimento de poros, que poderia assinalar a migração de argila, vindo reforçar a ausência de cerosidade, conforme observações de campo.



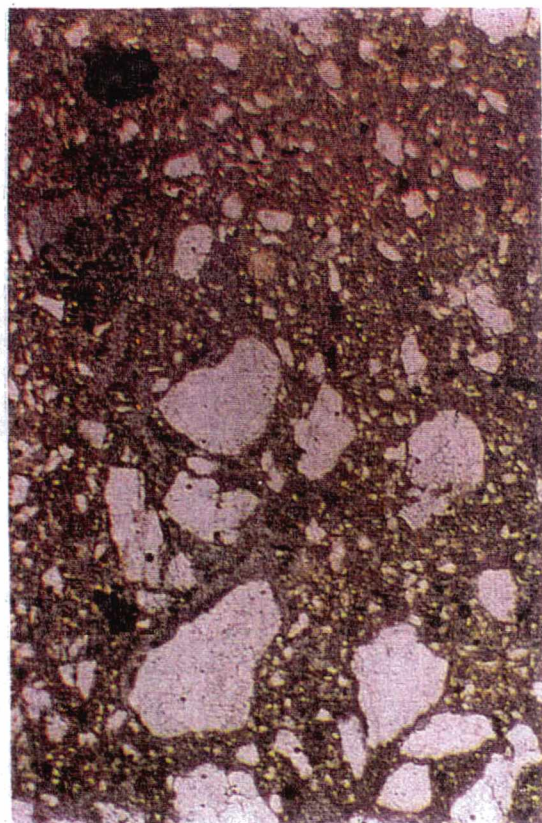


Figura 33: Horizonte 1, superficial, Bruno cinzento escuro a bruno amarelado escuro com hidromorfia (perfil TB 0-8 cm); detalhe da maior concentração de esquelctos e da porosidade intergranular de forte intercomunicação.

1.000  $\mu$ .

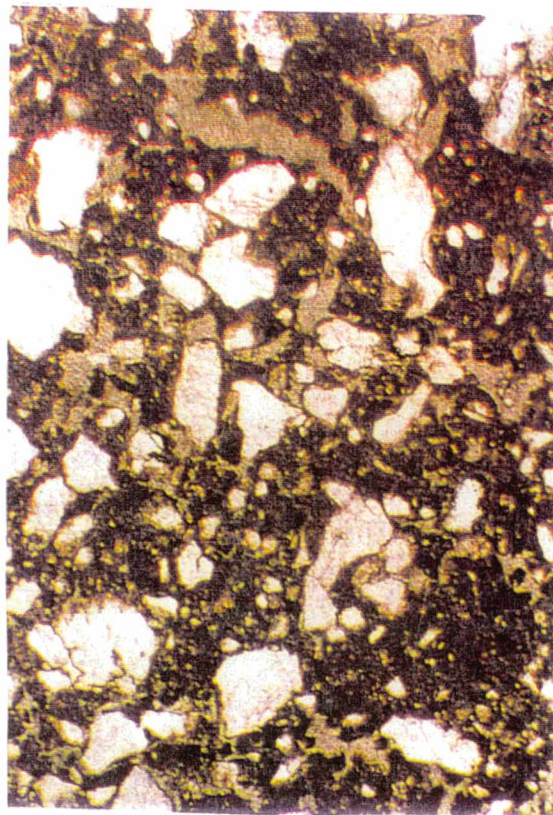


Figura 34: Horizonte 1A, transição entre o Bruno cinzento escuro a bruno amarelado escuro e o Bruno amarelado (perfil TD 25-33 cm); detalhe da porosidade intergranular e fissural abundante que delimitam agregados; poros com paredes pouco adensadas (ortoporos).

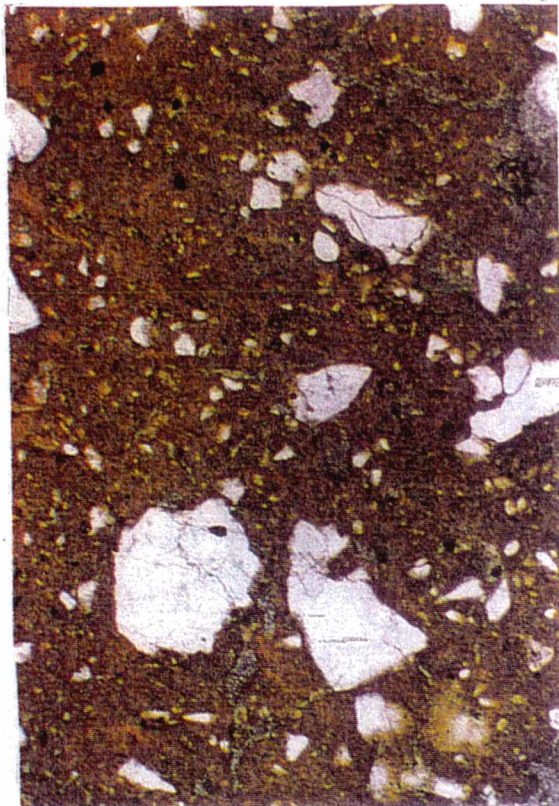


Figura 35: Horizonte 2, Bruno amarelado homogêneo (perfil TS 110-118); detalhe para a porosidade fissural e em câmaras de fraca intercomunicação; predomínio de plasma adensado e esquelcto pouco abundante; poros com paredes lisas (metaporos) sem preenchimento.

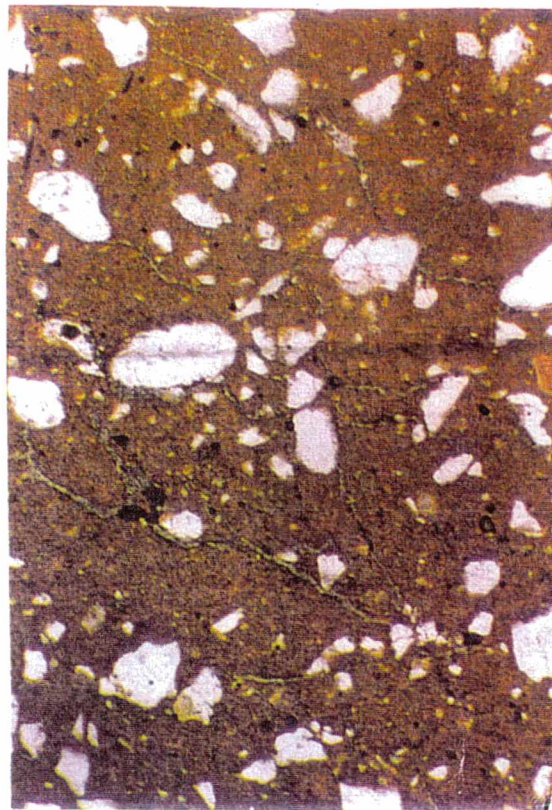


Figura 36: Horizonte 3, Bruno vivo - seco ao tato (perfil TS 220-228); porosidade reduzida em tamanho e quantidade, com fraca intercomunicação e sem preenchimento; plasma adensando predomina dentre os componentes.

Considerando-se a disposição de poros, plasma e esqueleto como um todo, observou-se que nas 16 das 18 lâminas estudadas, estes elementos apresentaram-se bem distribuídos em toda a área da lâmina. Apenas em duas amostras do perfil TB, entre 0-8 cm e 55-63 cm de profundidade, observou-se duas porções distintas na mesma lâmina; uma porção menos adensada (com maior quantidade de poros) e outra mais adensada, ocupando respectivamente 25-75% e 10-90%, da área da lâmina. No primeiro caso, não observou-se uma correlação com o percentual de porosidade total, pois este mostrou-se constante nos primeiros 10 cm. Já no segundo caso, as duas porções observadas podem indicar uma transição para a redução da porosidade total nesta profundidade. Para as demais lâminas, a boa distribuição reflete que as variações na proporção dos três elementos no perfil é gradual, conforme observou-se em campo, nas transições entre os horizontes.

A distribuição dos três elementos em todas as lâminas, mostrou-se aleatória. Esta relativa desordem dos elementos, pode indicar que não há um fluxo direcional específico, que condicione uma orientação.

Em todas as lâminas o plasma foi o constituinte que predominou (sempre acima de 40%), seguido pelo esqueleto (sempre acima de 10% e raramente abaixo de 20%); a quantidade de poros permaneceu abaixo de 22 %.

Em geral os horizontes superficiais apresentaram-se com menor quantidade de plasma (entre 40 e 65%) em todos os perfis (Figura 33 e Figura 34), coincidindo com valores de areia grossa elevados.

Os três perfis analisados pela microscopia (TS, TD e TB), apresentam aumento da quantidade de plasma em profundidade, coincidindo com o aumento do teor de argila. A quantidade de esqueleto diminui com a profundidade acompanhando a redução do teor de areia grossa, de forma semelhante nos três perfis. Este aspecto confirma a granulometria mais grosseira do horizonte 1.

Quanto à rugosidade das paredes dos poros, houve predomínio de ortoporos nos horizontes mais superficiais de TS e TD, sobretudo em TS onde, até 20-27 cm representam a totalidade dos poros. Nas camadas mais profundas os metaporos aumentam, porém raramente ultrapassando 50% em TS a 220-228 cm; em TD e TB em 80-88 cm. A quantidade de metaporos coincide com o aumento do teor de argila nos três perfis, ao contrário dos ortoporos, que diminuem com o aumento do teor de argila.

Os poros intergranulares e câmaras, se distribuem inversamente: os primeiros predominam nos horizontes superficiais, enquanto que as câmaras e fissuras tem maior importância nos horizontes de profundidade (Figura 35).

Com relação à intercomunicação dos poros, há de se ressaltar que o plano da lâmina é restrito a duas dimensões, o que impede a visão do volume poral. Em todos os perfis, a intercomunicação diminui para o interior do perfil, é maior no horizonte 1 e o horizonte 7 apresentou 100% de fraca intercomunicação.

A estrutura observada em campo, foi definida como poliédrica grande na parte média da vertente e poliédrica pequena na baixada. Sendo comum em todos os horizontes, não é portanto, um aspecto que caracterize os horizontes em suas diferenças quanto à porosidade.

Considerando-se os três perfis analisados, observou-se que há um aumento relativo na quantidade de plasma para o interior do perfil, embora não se observe preenchimento de poros. Percebe-se também, uma relação entre a redução da quantidade de poros, com a diminuição do tamanho dos poros e com o desaparecimento da porosidade intergranular.

#### **2.3.4. Síntese dos Principais Aspectos sobre o Estudo da Porosidade**

Através dos métodos utilizados para o estudo da porosidade, pode-se caracterizar da seguinte forma os horizontes da topossequência principal:

**O horizonte A (1), superficial (Bruno cinzento escuro a Bruno amarelado escuro com hidromorfia):** quanto a porosidade total, apresentou variações entre os perfis, inclusive sob mata, sendo que os valores permaneceram entre 37,4 e 52,4 %. A através da porosimetria à mercúrio, este horizonte apresentou 30% de porosidade capilar. A microscopia revela uma intercomunicação de poros acentuadamente forte e percentual relativamente mais elevado de poros maiores que 300  $\mu$ , predominantemente do tipo ortoporos. Em campo confirmou-se a grande quantidade de poros fissurais entre torrões. Entretanto, a porosimetria à mercúrio revelou também 30 a 39 % de porosidade menor que 0,2  $\mu$ , cuja água aí retida é inacessível às plantas. Esta característica reflete-se na presença de manchas de hidromorfia na vertente (perfil TD) e baixada (perfil TB). A estagnação da água, pode-se dar também pela posição topográfica (ruptura de declive) capaz de receber água do escoamento superficial e mantida na porosidade mais fina, e na baixada, a

proximidade com o lençol também pode contribuir. Os baixos teores de argila (20-28%) e o maior teor de areia grossa (33-45%), certamente contribuem para estas características.

O reduzido percentual de porosidade total (37,4 a 42,6 %) do horizonte 1 (0 a 40 cm), no perfil TD, poderia estar relacionado à compactação pelo uso, embora esta relação não seja nítida nos demais perfis. CURMI (1988) ressalta a importância das discontinuidades estruturais de um solo submetido ao pastoreio, dizendo que a parte superficial (primeiros centímetros) apresentam-se com intensa atividade biológica e grande concentração de raízes que elevam a porosidade grosseira, sendo que logo abaixo (até aproximadamente 15 cm), há importante redução dessa porosidade relacionada ao pisoteio. A detecção desses fatos, podem se mostrar importantes na definição dos caminhos preferenciais da água. LUIZ (1996) encontrou valor médio de 36% entre 40-70 cm de profundidade, para vertente com pastagem para solos de Sorocaba do Sul, e atribuiu ao pisoteio do gado a maior compactação nestas profundidades.

O **horizonte de transição (1A)**, apresentou percentual de porosidade total entre 47,4 e 50,6 %. A porosimetria à mercúrio revelou, dentre as amostras analisadas, o maior percentual de poros acima de 50 $\mu$ , cuja funcionalidade está relacionada à drenagem rápida da água, o que lhe confere boa permeabilidade.

O **horizonte B<sub>21</sub> (2) (Bruno amarelado homogêneo)**, apresentou valores de porosidade total entre 44,1 e 50,9 %. A porosimetria à mercúrio revelou elevado percentual (69%) de porosidade menor que 0,2  $\mu$ , o que lhe confere permeabilidade muito reduzida. Este aspecto é confirmado pela microscopia, pela observação de elevado percentual de porosidade de pequeno tamanho, de moderada a fraca intercomunicação. A sua cor homogênea amarelada observada em campo e associada às características de porosidade, é indicadora de restrita capacidade de drenagem e aeração. Estes fatos podem estar relacionado à a presença de zonas secas ao tato, similar ao que ocorre no horizonte 3. Estas zonas secas ao tato, certamente estão relacionadas à porosidade de pequeno tamanho, vindo a refletir na restrição à capacidade de drenagem. Com essas características, este horizonte apresenta maior potencial para a reserva de água, embora permaneça, nesta fina porosidade, indisponível às plantas. Na baixada, a proximidade do lençol freático, reduz a capacidade de drenagem, indicado por manchas de hidromorfia (horizonte 2 A).

A **transição do horizonte 2A para 4**, mostra uma redução em 10 % da porosidade total. A porosimetria à mercúrio revela, nesta transição, percentuais semelhantes ao do

horizonte superficial, com distribuição relativamente boa entre as classes definidas por DUCHAUFOR (1984), com leve predomínio de poros menores que  $0,2\mu$ . Esta transição mostra-se bem mais permeável que o horizonte subjacente (4).

No **horizonte B<sub>22</sub> (3) (Bruno vivo)**, a granulometria, cujos teores de argila estão acima de 60%, parece ser grande contribuinte para as suas características. Os dados de granulometria deste horizonte no perfil TS1, obtidos de amostras retiradas entre 190-200 cm de profundidade, indicam ser este o horizonte mais argiloso de toda a topossequência, o que se reflete na elevada quantidade de plasma e reduzido volume e quantidade de poros. Não tem-se dados de porosimetria a mercúrio deste horizonte, mas a presença de material seco ao tato leva a supor o predomínio de porosidade de pequeno tamanho (menor que  $0,2\mu$ ), semelhante ao que ocorre no horizonte 4. Na proporção dos constituintes (plasma/poros/esqueleto), tamanho e forma de poros, este horizonte também é semelhante ao 2. A intercomunicação é acentuadamente fraca. Estes aspectos induzem à uma capacidade restrita de armazenamento e movimentação de água no interior do horizonte, constituindo-se em uma zona de resistência ao deslocamento vertical e lateral da água.

O **horizonte BC<sub>1</sub> 4 (Amarelo brunado)**, apresentou, na única amostra analisada, o percentual mais elevado de poros menores que  $0,2\mu$ , o que lhe confere a menor permeabilidade a 80-88 cm no perfil TB, onde encontra-se mais expressivo. A posição desta amostra, coincide com a porção seca ao tato. Este horizonte apresenta grande variabilidade de características. A microscopia revela este aspecto, através da diversidade de formas, tamanhos e intercomunicação da porosidade. A variabilidade destas características, indica ser um horizonte de permeabilidade variável e com certa capacidade de armazenamento hídrico, conduzindo a situações diversas no teor de umidade, capazes de deixar mosqueamentos que vão desde tons cinzentos ao amarelo, e ainda a presença de zonas secas ao tato no interior do horizonte. A posição em que se encontra na topossequência, reflete uma situação de transição entre as condições físico - hídricas da vertente e da baixada. As zonas secas ao tato, condicionam a formação de manchas de hidromorfia no horizonte subjacente. É possível que, em períodos úmidos, este horizonte induza à formação de zonas de estagnação de água, e/ou contribua para a formação de fluxos laterais, que passam a tornar-se caminhos preferenciais.

No **horizonte 7 (Variegado com relíquias da rocha)**, a presença de manchas de hidromorfia e eventualmente de água livre, indicam ser muito pouco permeável, dificultando

fluxos verticais e por isso, podendo levar à formação de fluxos laterais e/ou à formação de zona de estagnação (hidromorfia). A influência da proximidade com a rocha alterada, desenvolve características próprias: este horizonte é arenoso e cascalhento, com predomínio de poros maiores que 300  $\mu$ , porém de fraca intercomunicação, vindo a refletir em uma hidromorfia de contato

Em geral, percebe-se que a porosidade total aumenta com a redução da areia grossa e vice-versa. Não observou-se uma proporção na variação do teor de argila e da porosidade total. No perfil sob mata (TM), as variações da porosidade também não apresentaram uma relação direta com uma textura específica; aumentou junto com a argila a partir de 40 cm, reduzindo-se em 80 cm; neste caso, poderá estar havendo aumento de uma porosidade de menor tamanho, definida pela fração argila, similar ao que ocorre no perfil TB. Entretanto, para a vertente e baixada, considerando-se os resultados de porosimetria à mercúrio, observa-se o aumento da concentração de poros menores em contrapartida à redução do teor de areia grossa e ao aumento do teor de argila em ambos perfis, especialmente em TD, no sentido do topo para o interior do perfil. A porosidade mais fina portanto, mostra-se relacionada ao maior teor de argila. As amostras mais profundas (80-88 cm) apresentaram porosidade de menor tamanho, expressiva em ambos perfis.

A estrutura, definida como poliédrica grande na vertente e poliédrica média a pequena na baixada, observada em campo para a maioria dos horizontes, não parece refletir as variações da porosidade total.

Um outro aspecto importante, assinalado através da microscopia, é a ausência de sinais de preenchimento dos poros, não indicando migração de argila.

### **3. A ÁGUA NO SOLO**

#### **3.1. Pluviometria e Variação do nível de Água da depressão de topo e Várzea**

O perfil hídrico do solo é função de suas propriedades físicas e das condições meteorológicas (DUCHAUFOR, 1984).

RUELLAN (1953), definindo o clima de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, cita que as maiores chuvas caem de outubro e março), sem entretanto apresentarem secas acentuadas no restante do ano. A zona litorânea é regada por chuvas em todas as estações, permitindo o surgimento e manutenção da floresta sobre vertentes montanhosas. O autor realça que o volume das chuvas na época mais úmida, pode atingir 400 a 600 mm por três meses consecutivos, sendo que excepcionalmente, as tempestades podem atingir 100 e 200 mm em vinte e quatro horas.

A região da Grande Florianópolis, ilustra bem esta realidade. Na década de 90, tem-se notícia de enxurradas que ocorreram em novembro de 1991, atingindo total ou parcialmente vários municípios da região, sendo registrado 408 mm em aproximadamente 24 horas. A região de Sorocaba do Sul, foi atingida, tendo-se registrado cicatrizes significativas de movimento de massa e destruição de benfeitorias, inclusive da ponte de acesso ao Canto do Januário.

Mais recentemente, as chuvas de janeiro/95 atingiram principalmente o município de Florianópolis e arredores, atingindo também o Distrito de Sorocaba do Sul. Registrou-se mais de 630 mm naquele mês, na localidade (LUIZ, 1996).

##### **3.1.1. Materiais e Métodos**

A precipitação na área de estudos, foi monitorada diariamente, durante um período de 18 meses e meio (junho/93 a dezembro/94). O pluviômetro foi instalado em área plana e aberta, em frente à vertente estudada.

Para efeitos comparativos, foram observados também dados diários de precipitação no mesmo período, da Estação Climatológica de Major Gercino, fornecidos pela EPAGRI e monitorada pelo INMET.

Dados de temperatura média mensais da estação climatológica mais próxima (Florianópolis), obtidos durante os anos 1980/1994 e fornecidos pela EPAGRI/Gerência de Recursos Naturais, também foram observados visando uma avaliação da probabilidade de excedente de chuvas para abastecer os solos.

Para conferir a ausência de déficit hídrico, apresenta-se os dados e a representação gráfica do balanço hídrico, utilizando-se dados da estação de Major Gercino, como apresentado em ORSELLI & SILVA (1988).

Simultaneamente ao monitoramento da precipitação, instalou-se três réguas, para a observação (quinzenal) da variação do nível de água da várzea a direita (régua A) e a esquerda (régua B) da topossequência principal, e do nível de água de uma depressão de topo (régua C) (Prancha 4). Os períodos de monitoramento das réguas, deram-se em setembro/93 a dezembro/94, maio/94 a dezembro/94 e setembro/93 a março/94. As duas réguas buscaram indicar se as variações do nível do lençol. A régua na depressão, serviu de indicador de uma dinâmica hídrica distinta da vertente, parcialmente explorada por BELTRAME et al. (1991) e que pode ter relação com o comportamento físico-hídrico da topossequência principal.

### **3.1.2. Resultados e Discussão**

Os dados de precipitação obtidos do pluviômetro e das réguas instaladas na área de estudos encontram-se respectivamente na Tabela 10 e Tabela 11, e representados na Prancha 4. Comparou-se estes dados, com os dados de precipitação da Estação de Major Gercino. Observou-se coincidência acima de 70% nos dias de chuva entre ambos registros. As variações entre o registro dos dois pluviômetros, deve-se à distância entre os dois pontos de observação (aproximadamente 24 km em linha reta) e à topografia acidentada entre eles (ressalta-se a presença da Serra da Boa Vista principalmente, Figura 2).



dia	1993					1994					nov. dez.	nov. dez.							
	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.			abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.
1	0	0	0	30	0	16	0	13	0	8	0	0	0	0	0	0	0	13	0
2	0	70	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0
3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	25	0	5	0	16
4	0	13	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0
5	18	0	0	0	18	0	0	0	30	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	3
7	0	3	0	0	0	0	0	0	16	30	0	0	8	20	0	0	0	10	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	25	13	0	0	0	30	0
9	0	0	0	0	0	0	0	43	0	70	0	0	0	0	0	0	0	14	0
10	0	0	0	0	0	0	13	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	18	0	18	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	18	25	0	0	0	0	0	0	2	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8	0	25	0	0	0	0	0	8	5
14	0	0	0	0	0	0	0	15	17	0	0	0	0	0	0	0	3	0	18
15	0	0	0	15	0	10	8	0	23	10	0	0	0	0	0	0	6	0	0
16	0	0	0	25	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	25	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15	0	0	0	0	0	3	18	0	
18	30	25	10	0	0	0	0	40	8	0	0	0	0	0	0	0	23	35	
19	0	0	0	0	3	0	0	0	15	0	0	0	28	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	10	25	0	3	30	10	0	15	0	0	0	0	0	18	0	
23	0	0	0	40	0	0	0	8	0	0	0	10	0	30	0	0	28	0	
24	0	0	0	40	0	0	16	28	10	0	0	15	25	0	0	0	13	0	
25	15	0	0	16	23	0	5	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	20	0	0	3	0	8	0	0	5	0	28	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	13	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
29	0	35	0	0	0	0	35	0		0	16	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	9	0	25	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	18	0	0	
31		0	0		0		0	0	15			0	0	0	0		0	0	

Tabla 9: Dados diários de precipitação de Sorocaba do Sul, no período de junho de 1993 a dezembro de 1994.

**Tabela 10: Dados dos níveis da água da várzea à direita (Régua A), à esquerda (Régua B) da topossequência principal, e de uma depressão de topo (Régua C).**

Datas de Observação	Nível da Régua A (cm)	Variação em % da Régua A	Nível da Régua B (cm)	Variação em % da Régua B	Nível da Régua C (cm)	Variação em % da Régua C
06/09/93	48	-2	-		43	+2,4
13/09/93	48	-2	-		44	+4,8
27/09/93	50	+2	-		71	+69
11/10/93	49	0	-		61	+45
22/10/93	48	-1	-		48	+14
04/11/93	48	-1	-		43	+2,4
18/11/93	50	+1	-		45	+7,2
29/11/93	48	-1	-		44	+4,8
09/12/93	52	+3	-		48	+14
20/12/93	46	-3	-		24	-40
06/01/94	46	-3	-		sd	
21/01/94	48	-1	-		23	-43
07/02/94	48	-1	-		23	-43
04/03/94	*		-		34	-19
25/03/94	*		-		-	
06/04/94	*		-		-	
28/04/94	*		52	+2	-	
18/05/94	50	+1	52	+2	-	
03/06/94	50	+1	52	+2	-	
17/06/94	52	+3	52	+2	-	
08/07/94	52	+3	52	+2	-	
21/07/94	52	+3	52	+2	-	
12/08/94	50	+1	52	+2	-	
01/09/94	50	+1	49	-1	-	
05/09/94	sd		49	-1	-	
09/09/94	50	+1	49	-1	-	
16/09/94	49		50		-	
30/09/94	50	+1	50		-	
07/09/94	48	-1	sd		-	
20/10/94	50	+1	50		-	
27/10/94	49		51	+1	-	
07/11/94	49		51	+1	-	
21/11/94	50	+1	50		-	
06/12/94	48	-1	48	-2	-	
12/12/94	47	-2	45	-5	-	
média	49		50		42,4	

\*obstrução do canal que dá acesso ao afluente do rio Inferninho.

Considerando-se o período de 1 ano, de dezembro/93 a novembro/94, o total pluviométrico registrado em Sorocaba do Sul, foi de 1.586 mm. Observa-se que o período mais úmido de todos os meses estudados foi de 07 a 11/03/94, com um total de 250 mm de chuvas, superando os totais mensais de qualquer outro mês monitorado. O período mais seco ocorreu entre 03/08/94 a 13/07/94, com 42 dias sem chuva.

Além desses períodos, úmido e seco, ocorreram outros períodos com certa concentração de chuvas, embora com níveis menos elevados, e outros períodos secos, todavia não tão prolongados. O pluviograma (Prancha 4) mostra grande irregularidade na distribuição das chuvas durante o período monitorado, porém em geral com períodos muito curtos sem precipitação. Em termos de médias mensais e médias anuais, conforme dados apresentados em ORSELLI & SILVA (1988), a região não está exposta à déficits hídricos durante o ano, ao contrário, apresenta excedente hídrico anual médio de 642,6 mm/ano (Figura 37b e Tabela 12).

**a) variação do nível de água da várzea a direita da topossequência (régua A):** o monitoramento se processou durante quinze meses e meio, e as medidas indicam grande estabilidade do nível de água exceto, durante o período de 07/02/94 a 28/04/94, quando em função das chuvas de março/94, sua drenagem principal foi obstruída. Após a limpeza do canal, o nível voltou a estabilizar-se entre 48 e 52 cm. A média do nível foi de 49 cm.

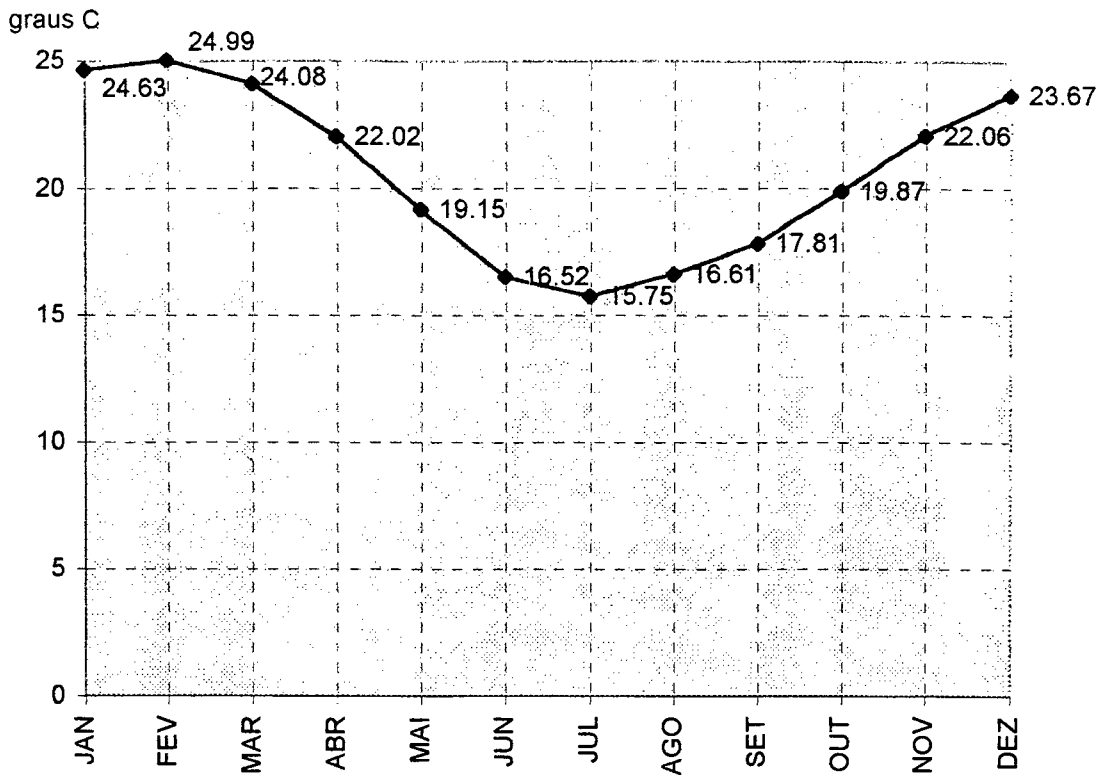
**b) variação do nível de água da várzea a esquerda da topossequência (régua B):** o nível de água deste lado da várzea foi monitorado durante 7 meses, e manteve-se praticamente estável durante este período. A média foi de 50 cm.

**c) variação do nível de água da depressão de topo (régua C):** o monitoramento ocorreu durante 6 meses (de 06/07/93 a 04/03/94). Observa-se uma amplitude de 48 cm. A média estabeleceu-se em 40 cm. A variação do nível de água da depressão, é maior no período úmido, ocorrido entre 15/09/93 a 06/10/93 (sendo que de 15 a 30/09/93, precipitou 186 mm, correspondendo a uma média de 11,6 mm/dia), após este período, o nível permaneceu pouco acima da média até 09/12/93, quando decresceu acentuadamente, independente do acréscimo de precipitação. Tornou a subir durante períodos de chuvas mais concentradas, embora de pequenas quantidades.

A régua C responde ao período úmido assinalado, revelando a elevação do nível de água da depressão, e também, revela a redução de nível em um período de evapotranspiração elevado (dez./jan.) e de chuvas menos concentradas.

A variação do nível de água da depressão, apesar de receber certa influência da chuva diretamente, sofre influência de outros fatores como a evaporação. Como podemos observar pela Figura 37a, os meses de temperaturas mais elevadas, portanto maior evaporação (dez., jan. e fev.) e conseqüentemente evapotranspiração (Tabela 12 e Figura 37b), coincidem com os níveis mais baixos observados nas régua.

a)



b)

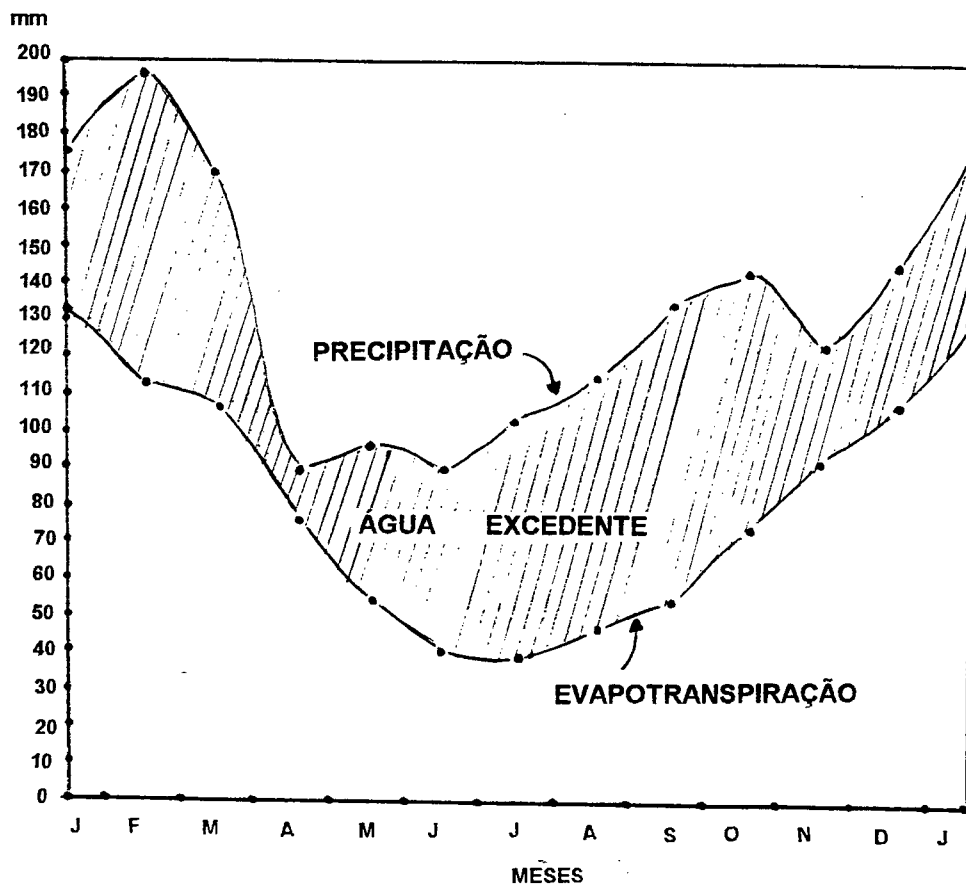


Figura 37: a) Temperaturas médias mensais (período 1980 a 1994) da Estação Climatológica de Florianópolis (fonte: EPAGRI/GRN - INMET); b) Balanço hídrico do município de Major Gercino (fonte: ORSELLI & TAVARES, 1988).

**Tabela 12: Balanço hídrico segundo Thornthwaite - 1955, para a localidade de Major Gercino/SC, segundo ORSELLI & SILVA (1988).**

Meses	1 Temp (°C)	2 Nomo.	3 Cor.	4 EP (mm)	5 P (mm)	6 P-EP (mm)	7 Neg. Ac.	8 Arm. (mm)	9 Alt. (mm)	10 ER (mm)	11 Def (mm)	12 Exc. (mm)
JAN	24.2	111.2	1.18	131.2	175.0	43.8	0	125	0	131.2	0	43.8
FEV	24.1	110.2	1.02	112.4	198.9	86.5	0	125	0	112.4	0	86.5
MAR	23.1	100.7	1.05	105.7	170.3	64.6	0	125	0	105.7	0	64.6
ABR	20.6	78.9	0.96	75.8	90.8	15.0	0	125	0	75.8	0	15.0
MAI	17.8	57.8	0.93	53.8	93.8	40.0	0	125	0	53.8	0	40.0
JUN	16.0	46.1	0.87	40.1	89.3	49.2	0	125	0	40.1	0	49.2
JUL	15.3	41.9	0.92	38.5	104.1	65.6	0	125	0	38.5	0	65.6
AGO	16.0	46.1	0.97	44.7	113.9	69.2	0	125	0	44.7	0	69.2
SET	17.4	55.1	1.00	55.1	135.8	80.7	0	125	0	55.1	0	80.7
OUT	19.2	67.9	1.11	75.4	143.6	68.2	0	125	0	75.4	0	68.2
NOV	21.0	82.2	1.12	92.1	122.1	30.0	0	125	0	92.1	0	30.0
DEZ	22.9	98.9	1.19	117.6	147.4	29.8	0	125	0	117.6	0	29.8
Total				942.4	1.5850	642.6				942.4		642.6

Sendo:

Temp. = temperatura média mensal estimada através de equação de regressão múltipla

Nomo. = resultados obtidos através do nomograma para cálculo da evapotranspiração potencial mensal em função da temperatura média anual normal e da temperatura média do mês considerado, segundo Thornthwaite.

Cor. = fator de correção em função do número de dias do mês, duração do dia e latitude do lugar, segundo tabela In.: ORSELLI & SILVA (1988).

EP = evapotranspiração potencial mensal (coluna 4 X 3)

P = precipitação mensal

P-EP = coluna 5 - coluna 4

Neg. Ac. = inicia-se quando aparece algum valor negativo na coluna 6

Arm. = valor da capacidade de água disponível eleita para o cálculo

Alt. = é obtida pela diferença entre o Arm. do mês em questão e o Arm. do mês anterior

ER = evapotranspiração real é igual à potencial quando a Arm. é total

Def. = EP - ER

EXC = P - EP, quando o armazenamento é máximo.

## 3.2. Caracterização Hídrica da Cobertura Pedológica através da Umidade Atual, da Piezometria, da Tensiometria e da Curva de Retenção

Buscou-se caracterizar o comportamento hídrico da cobertura pedológica através de três procedimentos: a tensiometria, a Curva de Retenção e o Teor de Umidade Atual. Todos foram correlacionados com os dados diários da precipitação local.

### 3.2.1. Teor de Umidade Atual

O teor de umidade atual ( $U_a$ ), reforça os resultados obtidos através da tensiometria e da curva de retenção, para um período de tempo maior e com espectro de observação também maior. Os valores de umidade atual são inversamente proporcionais ao potencial de sucção do solo, ou seja, quanto maior o teor de umidade, menor o potencial de sucção.

#### 3.2.1.1. Materiais e Métodos

A determinação da  $U_a$  realizou-se no Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Geociências da UFSC. Foram retiradas amostras de solo de oito pontos selecionados da topossequência (TS, TD, TB, P, L, O, C, A), a cada 20 cm de profundidade, até 120 cm, com três repetições de cada amostra. O monitoramento do teor de umidade foi quinzenal, durante um período de 16 meses (de setembro/93 a outubro/94). Obteve-se a  $U_a$ , seguindo-se os seguintes passos:

- a) pesagem do porta-amostra;
- b) peso do porta-amostra com amostra na umidade atual;
- c) peso do porta-amostra mais a amostra seca a 105 graus C;
- d) a umidade atual então é igual a:  $(b - c) - a$  ou em percentual é:  $d / (b - a) \times 100$

#### 3.2.1.2. Resultados e Discussões

Dentre os oito perfis monitorados, selecionou-se três deles, TD como representante do grupo de pontos da encosta, TB representando a transição entre encosta e baixada e O, como representante do grupo de pontos da baixada. A Tabela 13 apresenta os resultados.

completos do monitoramento da Ua, a Prancha 4 apresenta, de forma integrada, a representação gráfica do comportamento do teor da Ua dos três perfis citados e a precipitação do período.

**Tabela 13: Resultados do teor de umidade atual de todos os perfis e horizontes nas respectivas datas de observação:**

Perfil-h	Prof cm	130993	270993	111093	221093	041193	181193	091293	201293	060194	210194	070294	040394	250394
TS-1	20	21,5	23,3	15,7	30,2	17,1	11,0	15,1	20,8	19,2	18,3	19,8	17,5	19,3
1A	40	19,3	21,2	16,7	17,3	17,6	11,4	15,5	21,1	19,4	18,3	19,6	18,3	18,8
2	60	24,9	27,3	18,2	25,0	23,5	16,9	19,2	23,8	24,6	20,9	22,1	20,2	21,6
2	80	27,2	28,1	21,1	24,7	25,7	16,1	23,2	26,3	25,9	25,2	26,6	22,6	24,1
2	100	27,4	28,4	21,9	24,6	26,8	18,1	20,6	26,4	27,6	25,0	26,7	24,9	26,0
2	120	26,1	28,8	21,4	24,7	27,1	17,8	24,1	25,8	27,1	25,1	26,6	25,4	26,1
TD-1	20	18,1	20,9	16,1	13,7	16,3	9,6	15,1	17,0	18,0	16,3	17,2	113,5	16,3
1A	40	19,0	20,0	16,2	15,8	18,6	11,2	16,1	18,8	18,6	17,4	18,1	17,1	20,1
2	60	18,5	20,5	16,8	16,8	22,3	13,1	15,3	21,1	20,3	17,5	20,0	18,4	24,7
2	80	24,0	24,8	19,8	20,0	21,9	13,5	22,3	23,1	24,1	18,1	21,7	18,5	24,6
2	100	25,5	25,4	21,9	23,6	26,2	16,9	23,0	26,7	26,2	23,1	25,3	19,4	26,1
2	120	24,9	26,2	23,1	24,0	25,0	10,4	22,1	25,5	25,8	24,1	25,7	19,7	24,1
TB-1A	20	18,4	22,3	15,6	14,7	16,9	9,35	14,4	17,1	13,4	16,2	20,5	11,8	17,5
4	40	19,2	21,6	17,0	18,1	19,9	12,7	15,3	19,5	20,4	17,8	20,2	8,5	19,3
4	60	18,1	20,8	17,2	17,4	18,4	14,5	15,0	20,1	19,5	19,0	19,8	16,4	17,8
4	*80	21,2	21,7	19,5	24,5	22,1	18,4	18,4	24,2	24,3	22,7	20,8	19,6	17,4
4	100	23,7	24,7	20,1	23,1	24,5	16,8	22,2	26,1	25,4	23,3	22,1	22,8	19,7
4	120	23,0	21,3	21,8	22,3	25,1	17,2	22,3	24,2	25,1	21,9	24,2	22,0	21,2
P-1A	20	22,0	23,2	18,1	17,9	19,7	11,7	17,5	19,0	20,0	20,0	20,0	17,3	20,2
2A	40	20,3	21,3	17,3	18,0	18,9	12,7	17,3	22,0	19,6	18,7	20,9	14,4	21,4
4	60	19,9	20,8	17,5	19,4	20,2	15,7	21,3	22,4	20,5	20,9	20,3	16,7	20,5
4	*80	23,7	25,6	21,3	24,1	24,0	18,4	24,2	25,0	21,9	22,1	23,3	16,7	21,7
4	100	26,5	24,9	22,1	21,4	23,0	17,7	24,6	24,2	24,4	22,9	23,0	17,5	23,2
4	120	21,5	24,1	19,7	20,4	22,4	15,8	19,9	20,9	24,7	21,6	24,0	18,0	22,7
L-1A	20	24,4	27,4	20,4	20,3	22,2	15,7	19,7	18,6	23,6	22,4	23,0	22,7	23,9
2A	40	25,9	27,5	20,6	21,6	23,8	18,9	23,4	26,2	25,4	24,9	26,2	24,4	23,6
4	60	21,3	22,8	17,0	18,1	21,3	15,15	20,1	20,5	21,6	20,5	22,3	21,4	26,6
4	*80	22,8	26,3	20,0	20,4	21,7	17,4	25,6	22,0	22,4	20,3	22,6	20,6	24,7
4	*100	25,0	27,1	20,8	22,9	25,3	18,2	19,3	24,2	23,6	22,9	24,3	21,3	22,7
4	120	23,0	26,0	20,1	22,6	24,5	18,0	20,4	23,8	24,5	22,6	24,7	22,1	25,0
O-1A	20	27,2	29,8	22,7	23,8	25,1	18,1	27,4	27,2	28,4	24,3	28,3	21,6	24,7
2A	40	32,0	33,5	27,3	29,4	31,8	18,0	30,9	32,7	31,6	30,3	31,6	18,7	28,9
2A	60	23,2	28,2	22,5	25,0	23,9	19,1	29,3	30,9	31,4	26,9	27,1	21,7	30,5
4	*80	23,4	30,1	21,6	21,1	23,0	19,6	24,5	25,3	28,1	20,3	25,4	21,8	30,2
4	*100	24,2	25,5	20,7	23,4	20,1	19,2	23,7	24,2	26,8	23,0	23,7	22,5	30,7
4	120	24,8	26,6	22,7	23,4	24,4	18,9	23,3	25,0	26,4	22,8	25,1	20,7	28,1
C-1A	20	29,7	31,2	25,2	26,6	30,0	20,3	26,7	28,5	30,0	26,3	30,0	11,4	25,2
2A	40	35,0	36,3	26,3	32,6	33,1	22,8	33,2	33,1	34,0	30,8	34,7	14,7	29,6
2A	60	34,4	39,3	29,8	32,9	34,3	24,1	33,8	34,5	35,3	30,5	34,7	25,8	33,7
2A	*80	24,1	30,4	29,2	31,3	26,7	18,5	27,6	32,9	33,9	28,5	33,6	28,6	34,3
4	100	24,1	29,2	23,8	25,4	24,2	19,6	26,3	27,2	28,5	24,0	30,7	30,8	26,0
4	120	23,4	25,4	20,9	24,6	22,6	18,6	21,7	25,0	26,5	21,7	27,7	27,6	24,2
A-A	20	31,2	36,5	28,4	30,5	33,6	18,5	32,6	32,1	34,8	29,5	33,2	21,6	34,4
2A	40	34,5	38,1	28,8	35,2	35,6	22,0	34,8	35,7	34,9	30,6	39,3	24,6	38,4
2A	60	34,8	39,3	28,7	33,4	25,5	19,1	35,5	35,5	34,3	32,1	36,1	37,6	39,8
5	80	25,3	41,3	31,4	22,2	34,6	24,1	35,7	35,4	35,9	32,4	36,2	33,9	38,11
5	100	38,2	38,8	31,7	33,7	32,4	22,5	37,0	34,6	36,1	32,3	36,2	30,5	40,0
5	120	29,6	37,4	31,9	29,4	32,8	19,5	33,1	33,7	34,1	31,9	36,0	33,1	39,9

\* material seco ao tato



(Continuação da Tabela 13)

Perf.-h	Pro-cm	060494	220494	190594	030694	170694	080794	210794	120894	010994	090994	230994	271094	121294	Médias
<b>TS-1</b>	<b>20</b>	13,9	20,1	19,4	21,7	18,4	22,4	21,8	21,4	18,2	16,7	11,5	20,7	15,0	18,8
<b>1A</b>	<b>40</b>	18,3	18,6	20,2	20,2	15,7	21,4	20,2	19,7	18,2	21,2	17,9	21,2	16,4	18,6
2	60	19,7	23,5	26,8	23,4	25,7	23,5	22,0	21,1	22,1	27,1	20,6	21,7	18,7	22,5
2	80	25,7	25,6	24,7	27,2	26,0	28,3	28,1	26,6	26,3	24,6	25,7	26,2	26,1	25,3
2	100	26,0	25,2	26,2	25,7	25,3	28,5	26,6	26,6	26,5	25,7	33,6	27,0	24,1	25,8
2	120	25,6	25,6	25,4	26,4	22,6	27,4	26,5	27,2	31,2	25,4	27,8	27,1	24,4	25,7
<b>TD-1</b>	<b>20</b>	16,4	10,7	17,7	18,6	18,3	19,2	18,5	17,2	15,8	14,3	14,7	20,2	17,1	16,4
<b>1A</b>	<b>40</b>	17,7	17,7	19,2	19,4	16,3	20,1	18,6	23,7	19,4	17,6	18,4	19,4	25,5	18,5
2	60	17,9	20,2	24,2	20,7	19,3	18,2	19,4	25,2	19,3	22,1	25,2	19,2	25,4	20,1
2	80	20,8	23,4	26,0	21,4	22,8	32,9	21,2	25,1	28,1	22,3	26,8	23,7	24,9	22,9
2	100	24,3	24,3	27,6	27,4	26,5	24,9	26,8	24,5	26,0	26,4	18,6	26,6	22,9	24,5
2	120	24,8	25,9	24,5	25,4	26,4	25,7	26,4	23,5	24,5	26,3	26,0	26,0	22,7	24,2
<b>TB-1A</b>	<b>20</b>	14,8	18,6	17,9	27,5	17,8	21,9	18,1	18,3	16,3	17,2	17,3	20,2	20,5	17,6
4	40	16,9	18,2	20,5	19,6	18,8	21,2	20,5	21,0	22,9	17,7	15,8	19,5	23,6	18,7
4	60	17,4	19,3	21,0	19,0	20,7	21,4	24,3	21,8	19,0	27,2	21,7	22,3	28,3	19,9
4	*80	23,8	24,6	25,3	23,3	25,3	30,0	24,8	23,8	26,7	26,4	25,5	25,6	20,6	23,1
4	100	25,3	23,8	25,3	24,1	24,9	29,5	24,6	25,3	22,2	23,2	24,7	24,6	24,8	23,8
4	120	24,0	23,0	23,7	21,4	22,5	25,4	24,7	25,1	24,5	23,8	24,5	24,7	24,6	23,2
<b>P-1A</b>	<b>20</b>	19,0	20,7	21,2	21,9	19,1	22,6	19,4	20,2	19,0	15,5	14,7	19,3	12,2	18,9
<b>2A</b>	<b>40</b>	12,7	19,2	20,3	20,4	19,8	25,1	31,1	20,5	19,1	18,3	16,7	19,2	12,2	19,1
4	60	18,7	21,2	24,0	21,0	22,0	18,8	26,4	21,1	22,0	24,6	24,3	22,5	23,8	21,0
4	*80	23,2	25,6	25,9	23,8	25,4	23,2	26,7	26,6	25,1	25,4	25,4	26,0	25,0	23,8
4	100	23,2	23,2	24,2	22,9	25,2	25,3	23,3	25,5	24,7	25,6	25,2	25,9	24,9	23,6
4	120	24,6	19,2	17,9	24,8	22,1	27,0	21,3	22,9	23,0	22,4	24,1	23,9	24,2	22,0
<b>L-1A</b>	<b>20</b>	21,8	23,8	23,6	24,4	22,1	27,1	22,5	24,2	20,9	20,3	23,0	25,9	20,4	22,5
<b>2A</b>	<b>40</b>	26,0	24,1	26,5	18,6	24,9	23,9	22,9	23,9	21,3	19,5	19,4	25,1	22,0	23,5
4	60	21,6	19,6	22,5	23,4	20,3	24,0	21,6	21,6	25,4	36,7	20,3	23,0	24,6	22,1
4	*80	21,3	24,6	24,1	26,7	25,7	26,5	25,7	23,5	24,9	27,5	23,9	24,5	24,1	23,4
4	*100	23,7	29,5	26,7	25,4	25,3	25,7	26,2	27,8	31,6	33,9	24,9	25,3	23,4	24,9
4	120	25,0	22,9	25,7	22,7	22,2	26,2	27,4	27,1	24,0	19,8	24,7	27,8	26,4	23,8
<b>O-1A</b>	<b>20</b>	29,4	29,7	28,7	29,0	27,8	32,9	23,9	30,5	24,3	27,2	24,6	30,1	23,1	26,5
<b>2A</b>	<b>40</b>	30,2	32,6	31,3	33,4	33,2	33,1	24,4	34,0	26,3	22,7	22,1	26,9	23,6	28,9
<b>2A</b>	<b>60</b>	31,6	29,0	24,0	26,0	28,1	27,7	24,6	29,9	23,7	21,8	22,5	24,2	20,7	25,9
4	*80	26,7	15,9	23,4	22,9	23,3	27,5	25,7	26,6	23,3	24,0	22,5	24,4	22,8	24,0
4	*100	24,9	26,6	25,2	27,3	25,6	30,7	25,6	26,1	20,7	26,2	24,8	26,4	23,2	24,6
4	120	27,3	26,1	25,4	24,6	25,0	28,9	27,0	26,6	27,2	25,5	25,8	28,8	25,2	25,2
<b>C-1A</b>	<b>20</b>	30,4	31,6	32,5	32,6	31,9	32,2	30,2	31,2	33,1	33,2	32,2	33,3	25,7	28,9
<b>2A</b>	<b>40</b>	33,0	34,9	34,5	36,4	33,8	27,4	34,8	33,7	35,3	34,6	34,8	36,8	29,7	32,2
<b>2A</b>	<b>60</b>	32,8	36,4	35,3	35,8	35,6	29,2	35,1	32,8	35,7	31,8	34,4	32,3	20,7	32,7
<b>2A</b>	<b>*80</b>	34,9	28,2	34,8	32,5	25,4	28,1	31,8	30,3	32,8	25,5	29,3	26,4	29,1	29,6
4	100	29,9	21,1	26,1	26,3	29,7	21,7	26,2	27,6	32,5	25,6	28,4	24,5	16,9	26,0
4	120	25,1	25,4	25,1	25,3	26,5	23,8	27,3	27,8	33,1	26,3	28,9	27,0	24,0	25,2
<b>A-1A</b>	<b>20</b>	32,3	33,9	35,0	27,5	36,1	34,1	35,2	36,7	32,0	36,0	32,5	35,0	43,7	32,6
<b>2A</b>	<b>40</b>	34,8	36,5	37,6	37,8	37,1	37,5	36,8	36,4	37,3	36,0	35,6	37,0	44,9	35,3
<b>2A</b>	<b>60</b>	35,5	36,9	36,9	36,5	42,6	37,8	39,9	36,0	36,0	35,5	36,0	36,5	46,7	36,0
5	80	36,0	37,6	35,9	34,1	35,4	37,4	22,5	35,2	35,7	34,6	35,9	36,0	42,5	34,8
5	100	36,1	33,8	34,6	34,5	36,0	29,5	25,4	35,5	35,8	34,5	35,4	35,5	40,4	34,3
5	120	34,5	29,8	33,4	33,2	32,9	36,3	34,1	35,3	35,9	34,2	34,2	34,7	41,6	33,6

\* material seco ao tato

O horizonte 1 (Bruno cinzento escuro a Bruno amarelado escuro) e 1A (transição), superficiais, são os que apresentam, em geral, os menores teores de Ua principalmente na vertente, seguido do horizonte 2. Porções dos horizontes 2 e 4, quanto mais próximas da superfície, também apresentam teores mais baixos de Ua, o que vem a indicar a influência

da evapotranspiração nas menores profundidades. De modo semelhante, quanto mais próximo à superfície, mais rápida a resposta do horizonte à precipitação.

O **horizonte 2** (Bruno amarelado), mostrou aumento gradual da Ua em profundidade. Os teores foram, em geral, mais baixos que os dos demais horizontes (2A, 4 e 5), exceto pelos superficiais (1 e 1A).

O **horizonte 2A**, é nitidamente mais úmido que o 2, como pode-se observar na Prancha 4 (perfil O - 40 cm). A média da Ua está acima de 30%. É sensível as chuvas constantes em torno de 30 mm, apresentando respostas nítidas entre 5 e 10 dias. A Ua reduz-se, caso as chuvas não atinjam esta média.

O **horizonte 4** é o mais variável dentre os demais horizontes analisados; em profundidade os teores tendem a diminuir, ou seja, o solo mostra-se mais seco em relação aos outros horizontes da mesma profundidade, como observa-se na Tabela 13. Na porção seca ao tato, as respostas à precipitação não são nítidas, o que não confere com o restante deste horizonte. Esta porção não apresenta uma tendência comum, podendo apresentar-se como um dos teores mais elevados ou um dos mais baixos do perfil onde se encontra. A sensação de “seco ao tato”, não reflete a realidade observada através da análise da umidade atual.

O **horizonte 5**, mostrou-se como o mais úmido dentre todos analisados, com teores em média próximos a 34%. Neste, é nítida a influência do nível do lençol na manutenção dos teores sempre elevados, entretanto, resente-se com a falta de chuvas, principalmente em profundidade, quando o solo mostra-se menos úmido, vindo a recarregar-se com chuvas consecutivas.

### 3.2.2. Piezometria

O conhecimento do potencial de recarga e descarga de água da cobertura pedológica em profundidade é importante para conhecer as condições de abastecimento dos mananciais.

Além da água retida na condição de “capacidade de campo” e a da água de ligação já comentadas no item 2.3. Estudo da Porosidade, DUCHAUFOR (1984), apresenta também os demais caminhos em que reparte-se a água da chuva: a água do escoamento superficial, que circula nos horizontes superiores e paralelamente à superfície; a água de

gravidade, que circula na porosidade maior de 10  $\mu$ , verticalmente e lateralmente ou obliquamente, em função da declividade e da redução da permeabilidade dos horizontes mais profundos; a água gravitacional, subdivide-se em água do escoamento rápido, que circula em poros maiores que 50  $\mu$  e água do escoamento lento, que ocupa os poros entre 10 e 50  $\mu$  (Figura 24), e cujos níveis podem ser monitorados através da piezometria.

Com o aprofundamento dos horizontes, a permeabilidade tende a diminuir, o que pode levar a formação de um lençol superficial em períodos chuvosos, desaparecendo na estação seca.

### 3.2.2.1. Materiais e Métodos

A variação do nível de água livre no interior do solo, foi monitorada quinzenalmente a partir da instalação de oito piezômetros, durante 14 meses (de setembro/93 a dezembro/94), em 8 pontos na topossequência principal em Sorocaba do Sul. A escolha dos pontos para a instalação dos mesmos deu-se em função da topografia e da provável posição do lençol freático.

Os pontos escolhidos, foram no sentido da baixada para a vertente A, C, C1, P, TB, TD e TS. Este último foi monitorado apenas a partir de maio/94, quando sentiu-se necessidade de confirmações do comportamento do lençol em ponto mais alto na vertente. Nesse mesmo mês, o piezômetro C foi extraviado possivelmente em função do pisoteio do gado. Por estar próximo a C1, apresentando resultados muito semelhantes, não foi substituído.

### 3.2.2.2. Resultados e Discussão

Os dados são apresentados na Tabela 14 e representados na Prancha 4, onde podem ser correlacionados com a precipitação e umidade atual.

Da Tabela 14, foram selecionadas 13 datas agrupadas em períodos considerados muito seco, seco, úmido e muito úmido. O comportamento dos piezômetros nessas datas está representado nas Figura 38 a e b, Figura 39 a e b. Separou-se os piezômetros em dois grupos, baixada e vertente, em função dos distintos comportamentos.

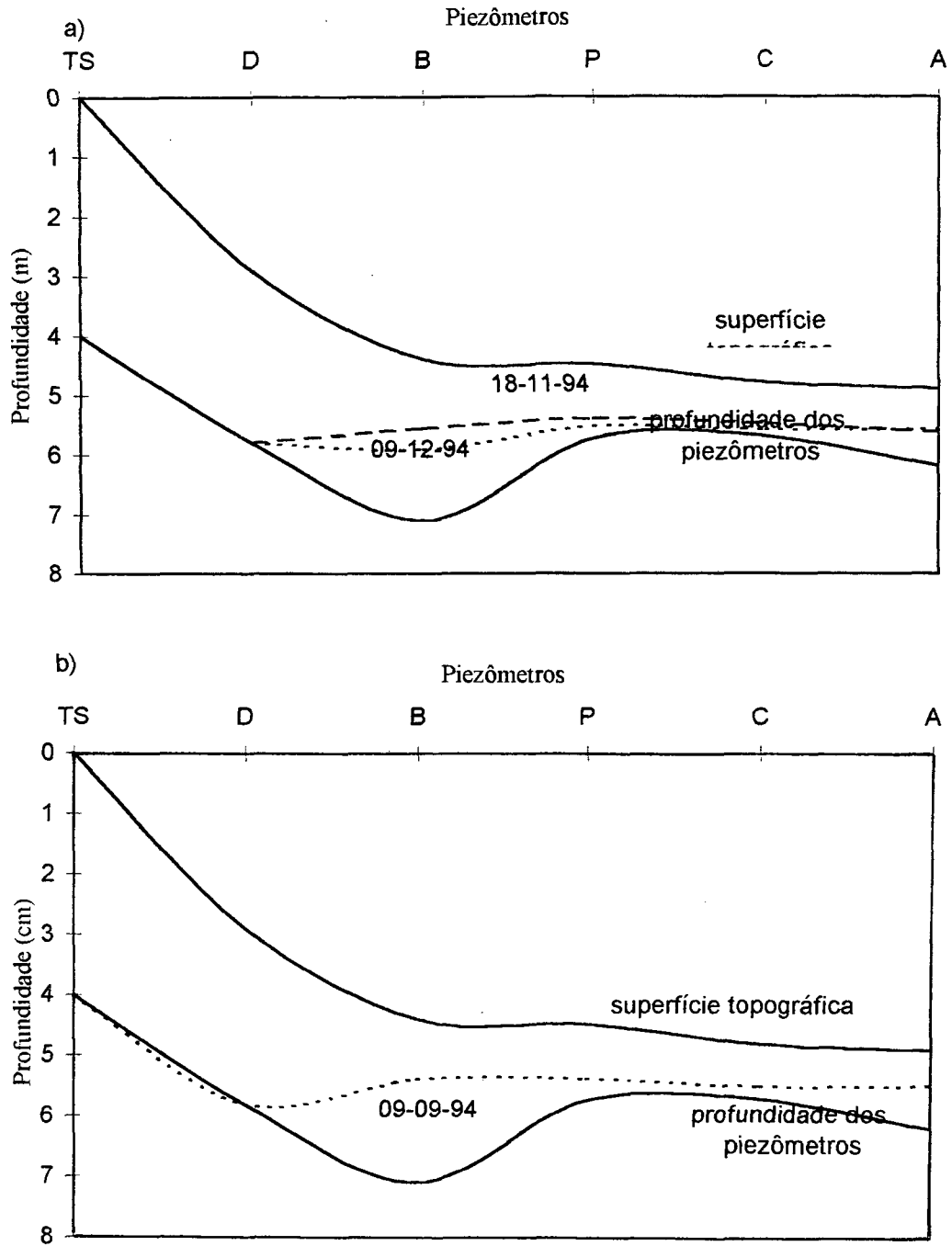
**Tabela 14: Níveis piezométricos, monitorados na topossequência principal:**

Ponto	A	C	C1	P	TB	TD	TS
Prof. (cm)	130	90	90	125	270	290	400
Média do nível do piezom.	56	61	63	83	107	140	305
DATAS							
090893	48	57	s.d.	85	102	258	s.d.
060993	48	56	s.d.	77	94	seco	s.d.
270993	19	65	31	46	96	154	s.d.
111093	37	48	48	70	77	146	s.d.
221093	54	57	65	100	144	165	s.d.
041193	40	58	58	85	120	seco	s.d.
181193	73	69	64	92	117	seco	s.d.
291193	83	87	80	105	149	seco	s.d.
091293	69	80	80	105	152	seco	s.d.
201293	62	80	77	100	146	seco	s.d.
060194	40	66	65	90	140	179	s.d.
210194	54	63	65	79	107	50	s.d.
070294	47	70	75	104	76	70	s.d.
040394*	s.d.*	s.d.*	53	82	74	46	s.d.
250394*	s.d.*	s.d.*	26	52	106	80	s.d.
060494*	s.d.*	s.d.*	50	72	100	280	s.d.
220494	72	44	s.d.	69	150	223	s.d.
280494	26	43	s.d.	54	153	218	s.d.
180594	40	s.d.	49	60	128	seco	386
030694	29	s.d.	46	65	120	145	375
170694	43	s.d.	51	70	110	198	370
080794	48	s.d.	26	23	103	34	125
210794	72	s.d.	60	76	106	140	170
120894	44	s.d.	62	76	106	86	seco
010994	64	s.d.	70	90	101	88	seco
050994	57	s.d.	69	91	98	seco	seco
070994	57	s.d.	69	88	99	seco	seco
090994	59	s.d.	70	90	99	seco	seco
160994	79	s.d.	70	94	102	seco	seco
230994	75	s.d.	72	96	99	seco	seco
290994	63	s.d.	61	96	64	seco	seco
071094	68	s.d.	68	96	98	seco	seco
111094	70	s.d.	71	109	105	seco	seco
201094	71	s.d.	58	105	103	seco	seco
271094	60	s.d.	53	75	101	56	347
071194	60	s.d.	70	93	101	seco	seco
211194	54	s.d.	60	78	104	53	363
061294	72	s.d.	76	101	103	s.d.	seco

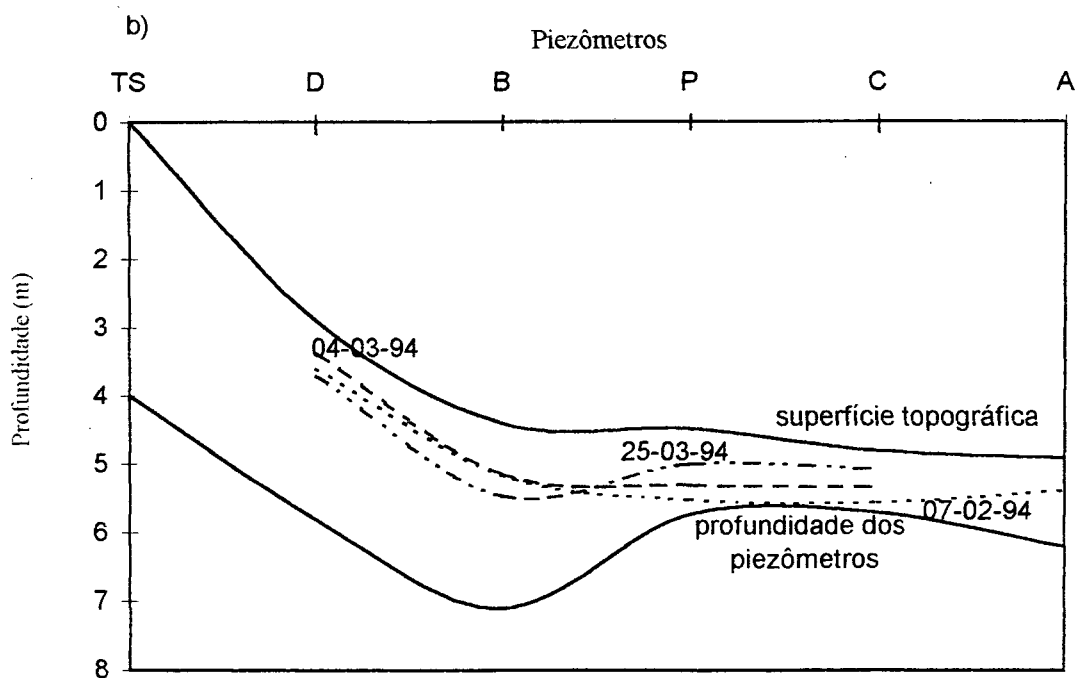
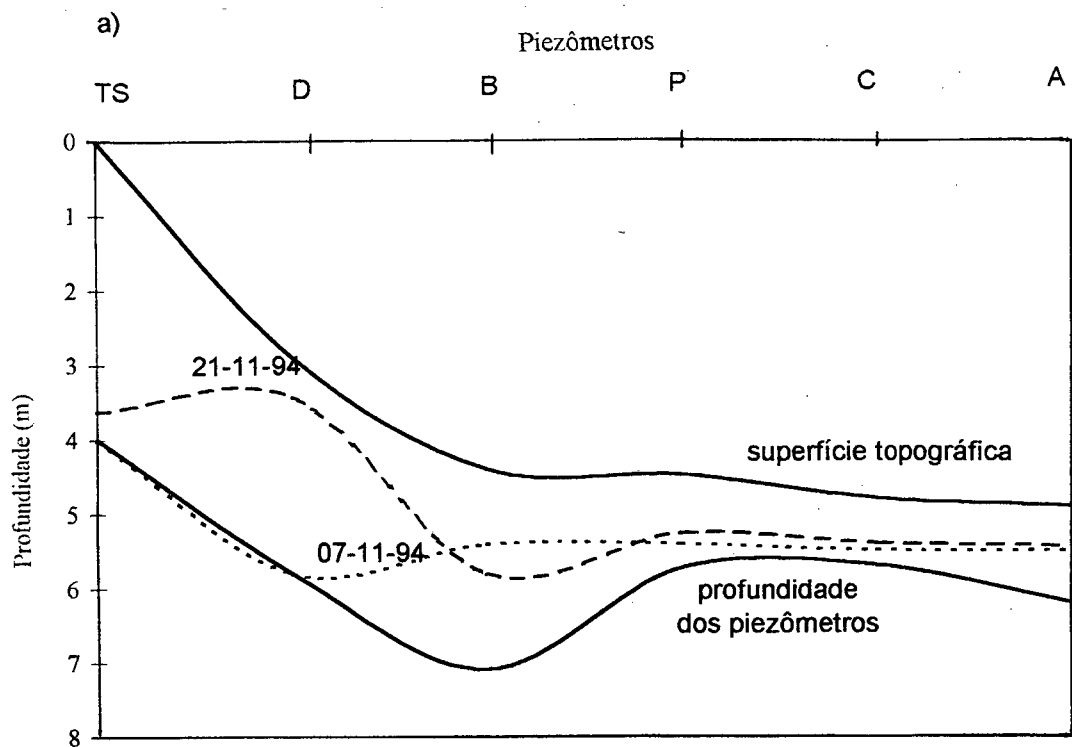
Obs. 1: sd.\* significa obstrução da várzea, seguida de dragagem da drenagem principal após período chuvoso anterior.

Obs. 2: As datas sd. Não foram consideradas nas médias do níveis dos piezômetros.

Obs. 3: As medidas foram tiradas a partir da superfície de cada ponto.



**Figura 38: Representação da variação dos níveis piezométricos em relação a superfície:**  
**a) em período seco; b) em período muito seco.**



**Figura 39: Representação da variação dos níveis piezométricos em relação a superfície: a) em período úmido; b) em período muito úmido.**

Os piezômetros da baixada, são representados na Prancha 4 pelo piezômetro C1, que manteve-se relativamente estável (em torno de 100 cm de profundidade), mesmo em períodos mais secos, indicando ser sustentado principalmente pelo lençol freático permanente relacionado à várzea. O piezômetro do ponto TB, encontra-se em uma posição de transição entre baixada e vertente. Seus níveis apresentaram oscilação em torno de 40 cm, mostrando-se mais sensível com o aumento da precipitação que os demais da baixada, embora não ultrapasse 152 cm; nunca apresentou-se seco, o que sugere ser este também sustentado principalmente pelo lençol freático permanente. As oscilações de TB em setembro/93 respondem sensivelmente às chuvas concentradas no período, conforme também registrado pelas régua. Outro período de elevação do nível coincide com o período chuvoso que inicia-se em dezembro/93, com o máximo em março. Depois baixa, com mínimo em maio, com chuvas poucas e esparsas. Eleva-se em seguida, mantendo-se constante, oscilando apenas em setembro-outubro/94.

Os piezômetros da vertente TD e TS especialmente, apresentaram respostas semelhantes, embora as oscilações tenham sido mais pronunciadas que em TB. Oscilam bastante com a precipitação. Em períodos mais úmidos (junho-julho/94, outubro-novembro/94)), sempre apresentam água, indicando a presença de um lençol suspenso temporário. A ausência de mosqueamentos nas profundidades onde observaram-se os níveis piezométricos, pode vir a reforçar a temporalidade deste lençol. Não foi detectado na vertente, a profundidade do lençol permanente. Em períodos de precipitação esparsa (outubro-novembro/93 e setembro-outubro/94), não apresentaram nível; respondem em poucos dias às oscilações de precipitação. Estes piezômetros, não sustentam um lençol suspenso se as chuvas não são em dias alternados ou consecutivos, e com média de 20 mm/dia, ou seja, não apresentam nível em período seco (Figura 38a e b), vindo a desaparecer este lençol, em profundidade. As régua A e B, acompanham estas oscilações, embora numa escala bem mais reduzida, não ultrapassando poucos centímetros.

Os piezômetros da baixada (A, C, C1 e P) mostram certa sensibilidade às variações pluviométricas, entretanto mantêm nível constante no período seco, mostrando assim a grande influência que a várzea exerce sobre eles. Esta estabilidade define o nível do lençol freático permanente. O nível mais elevado desses piezômetros, está abaixo de 20 cm de profundidade. De modo geral, a amplitude de variação destes quatro piezômetros não superou 80 cm. A influência exercida pela proximidade com o nível da várzea (nível do

lençol freático), pode ser considerado o principal fator dessa oscilação. A quantidade e distribuição da precipitação, pode ser considerado um outro fator, que todavia, também influencia o nível da várzea, conforme mostram os registros das régua A e B (Prancha 4). Os piezômetros da baixada, sentem também o efeito de chuvas consecutivas menores que 20 mm/dia.

O nível dos piezômetros da vertente (TS e TD), em condições de precipitação mensal bem distribuída e acima de 85 mm (janeiro-fevereiro/94, junho-julho/94), mostram a sustentação de um lençol suspenso por certo tempo, porém, requerem maior tempo para recarga após chuvas esparsas. Estes, são muito sensíveis ao cessar a precipitação, refletindo rapidamente na redução do nível piezométrico, permanecendo secos durante precipitações isoladas.

Chuvas diárias entre 15 e 30 mm aproximadamente em dias consecutivos exercem mais influência que chuvas torrenciais em dias isolados: a frequência mostrou-se mais efetiva que a quantidade de precipitação mensal para todos os níveis piezométricos.

A amplitude de variação dos níveis piezométricos é bem superior na vertente (acima de 2 m por vezes) enquanto na baixada não passa de 80 cm. As respostas rápidas de TS, TD e até TB, indicam uma rápida infiltração da água da chuva. A velocidade do fluxo deste subterrâneo é bastante variável. Não pode-se definir uma velocidade única de recarga ou de descarga para os piezômetros monitorados no Canto do Januário, embora observamos que a velocidade de infiltração nos pontos da vertente é bem maior que nos da baixada, que estão condicionados à proximidade da várzea. Para LEINZ & AMARAL (1975), pode variar de alguns centímetros a 6 m/dia.

O piezômetro TB, que localiza-se em posição intermediária na seqüência principal entre a baixada e a encosta, mostrou comportamento distinto aos da vertente, sendo mais semelhante com os da baixada. Entretanto, apresentou-se ainda sensível, com respostas mais rápidas às variações de precipitação. Esta sensibilidade reflete a influência do lençol freático, em função posição topográfica. e também, às variabilidades das características da cobertura pedológica, especialmente do horizonte 4.

É interessante observar, que os níveis piezométricos na vertente (perfis TS e TD), em nenhum período foram assinalados na porção seca ao tato. Entretanto, foram observados imediatamente acima, ou abaixo desta camada. Pelas características já analisadas desta



porção da cobertura pedológica, reforçado pela ausência de níveis piezométricos, pode-se reconhecer esta camada como uma porção que restringe fluxos e verticais, fazendo com que a água encontre outros caminhos preferenciais laterais, responsáveis pela relativa rapidez de infiltração, o que se reflete na rápida recarga do lençol freático. É possível que esta camada, ao mesmo tempo que restringe a permeabilidade, estimula a formação de fluxos laterais (caminhos preferenciais) e dá suporte à sustentação de um lençol temporário na vertente.

### 3.2.3. Tensiometria

A tensiometria caracteriza o gradiente de tensão de água no solo, ou o também chamado potencial matricial ou, ainda, a sucção matricial (WINTER, 1976), em diferentes profundidades da cobertura pedológica. O tensiômetro, aparelho provido de capsula porosa cheia d'água enterrada no solo e de um manômetro de mercúrio, mede o potencial matricial do solo em campo.

Considera-se igual a zero, a energia da água livre no solo. Nesta condição, diz-se que a água está no “estado padrão”, ou seja, quando o solo está saturado; entre 0,1 e 0,33 bares, o solo está na capacidade de campo, e a 15 bares, no ponto de murcha permanente (WINTER, 1976).

Quando a água está retida em dado ponto da cobertura pedológica, ela apresenta determinado gradiente de energia, que corresponde ao “*trabalho necessário para levar a água de seu estado padrão ao estado considerado*” (REICHARDT, 1978 - p. 26). Este trabalho entretanto, corresponde à um somatório de componentes (de gravidade, de pressões, do potencial osmótico que relaciona as interações químicas entre a água e sais minerais do solo e outras componentes). Estas, apresentam importância distinta para cada situação, podendo, algumas delas, serem desprezadas em determinados casos. Neste estudo, inicialmente a componente de pressão subatmosférica presente no solo não saturado, também designada por tensão ou potencial matricial do sistema solo - planta - atmosfera (REICHARDT, 1978), receberá atenção especial.

Este potencial, será tanto mais alto, quanto menor a umidade do solo. Este sistema raramente alcançará o equilíbrio, porque depende também das variáveis climáticas. Todo o sistema está portanto em contínuo fluxo (WINTER, 1976). E assim, o potencial matricial

pode ser considerado a “...força motriz, responsável pelo movimento da água líquida em um solo insaturado e isotérmico” ( OLIVEIRA JÚNIOR , 1993 - p. 84).

A tensiometria estima o potencial de movimentação da água no solo, através da medida dos potenciais matriciais. Permite avaliar também o potencial do solo em armazenar água, em tensões de até 0,8 atm. (REICHARDT, 1978) ou aproximadamente 0,8 bares (KIEHL, 1976).

### 3.2.3.1. Materiais e métodos

A medida do potencial matricial em campo foi realizada através de três conjuntos de tensiômetros.

O potencial matricial ( $\gamma_m$  em cm H<sub>2</sub>O) segundo REICHARDT (1978) é dado pela equação:

$$\gamma_m = -12,6 h + h_1 + h_2$$

onde: h = leitura da coluna do manômetro de mercúrio (em cm Hg)

h<sub>1</sub> = altura do nível de mercúrio na cuba à superfície do solo (em cm H<sub>2</sub>O)

h<sub>2</sub> = profundidade da cápsula (em cm H<sub>2</sub>O)

Realizou-se a tensiometria em três pontos ao longo da vertente utilizando para tanto, conjuntos de 2, 3 e 4 aparelhos, introduzidos no solo respectivamente, no perfil TB em 15 e 50 cm de profundidade, no perfil TD em 15, 50 e 120 cm de profundidade e no perfil TS1 a 15, 50 120 e 200 cm de profundidade. As medidas permitiram avaliar o potencial matricial dos horizontes 1 - Bruno cinzento escuro à bruno amarelado escuro, 1 A - Transição entre horizontes 1 e 2, 2 - Bruno amarelado e horizonte 4 - Amarelo brunado. Na instalação dos tensiômetros, procurou-se caracterizar horizontes representativos da topossequência principal.

O modelo dos tensiômetros é do tipo Apager, fornecido pela Empresa Solotest - SP e foram confeccionados pelo Núcleo de Manutenção (NUMA), da UFSC.

A instalação se deu em 04 a 09/09/94 e as medições diárias estenderam-se até 12/12/94, totalizando 98 dias.

### 3.2.3.2. Resultados e discussão

Os dados de potencial matricial obtidos com a leitura dos tensiômetros, foram tratados conforme a equação do potencial matricial e foram convertidos da unidade cm H<sub>2</sub>O para bar.

Selecionou-se, dos dados obtidos no período de monitoramento, dois conjuntos que melhor representaram as tensões dos distintos volumes em um período pouco úmido e outro chuvoso (Figura 40a, b e c, e Figura 41a, b e c).

**Tabela 15: Valores do Potencial Matricial (bar) determinados através de tensiometria:**

Perfil/Prof (cm)	TB/15	TB/50	TD/15	TD/50	TD/120	TS1/15	TS1/50	TS1/120	TS1/200
Horizonte	1 transição s/ hidrom.	4 c/ hidrom.	1 transição c/ hidrom.	1 transição s/ hidrom.	2 homogêneo	1 s/ hidrom.	1 s/ hidrom.	2 homogêneo	2 seco ao. tato
Datas	Período	Pouco	Úmido						
13/09/94	0.48	0.60	0.78	0.54	0.09	0.64	0.16	0.38	0.08
18/09/94	0.13	0.23	0.25	0.31	0.06	0.18	0.07	0.05	
02/10/94	0.61	0.14	>0.8	0.61	0.07	0.26	0.54	0.20	0.04
05/10/94	0.12	0.03	0.15	0.15	0.07	0.03	0.03	0.10	0.03
12/10/94	0.47	0.08	0.45	0.34	0.10	0.29	0.15	0.12	0.06
DATAS	Período	Chuvoso							
16/10/94	0.56	0.07	0.8	0.53	0.09	0.09	0.13	0.11	0.04
25/10/94	0.04	0.02	0.11	0.01	0.08				
05/11/94	0.11	0.04	0.08	0.05	0.03	0.07	0.04	0.01	
04/12/94	0.75	0.03	0.15	0.24	0.03	0.09	0.08		
12/12/94	0.80	0.13	0.66	0.02	0.13	0.06	0.04		

PERFIS DO POTENCIAL MATRICIAL - PERÍODO POUCO ÚMIDO

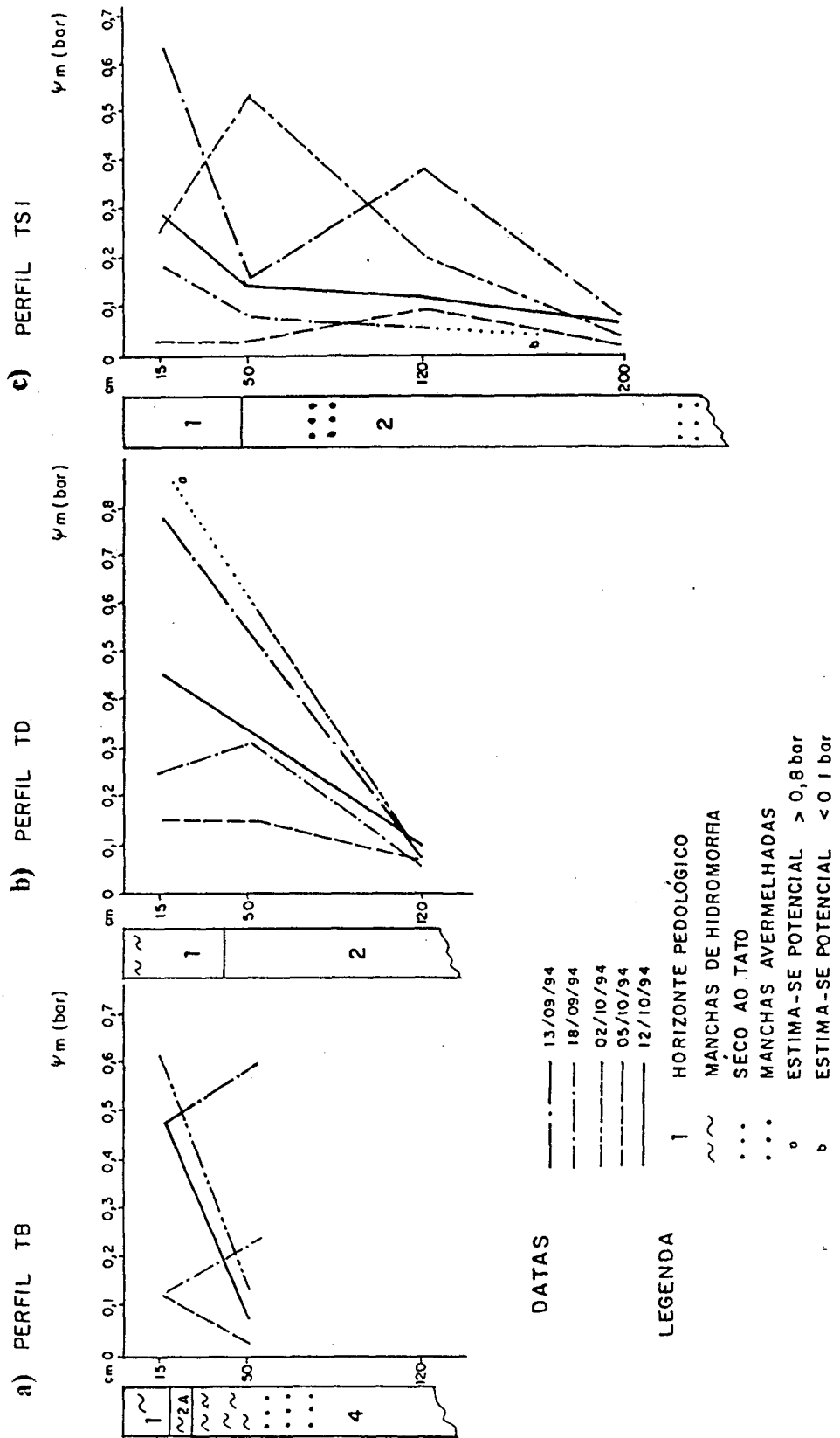


Figura 40: Perfis do potencial matricial em período pouco úmido, para: a) perfil TB; b) perfil TD; c) perfil TSI.

PERFIS DO POTENCIAL MATRICIAL - PERÍODO CHUVOSO

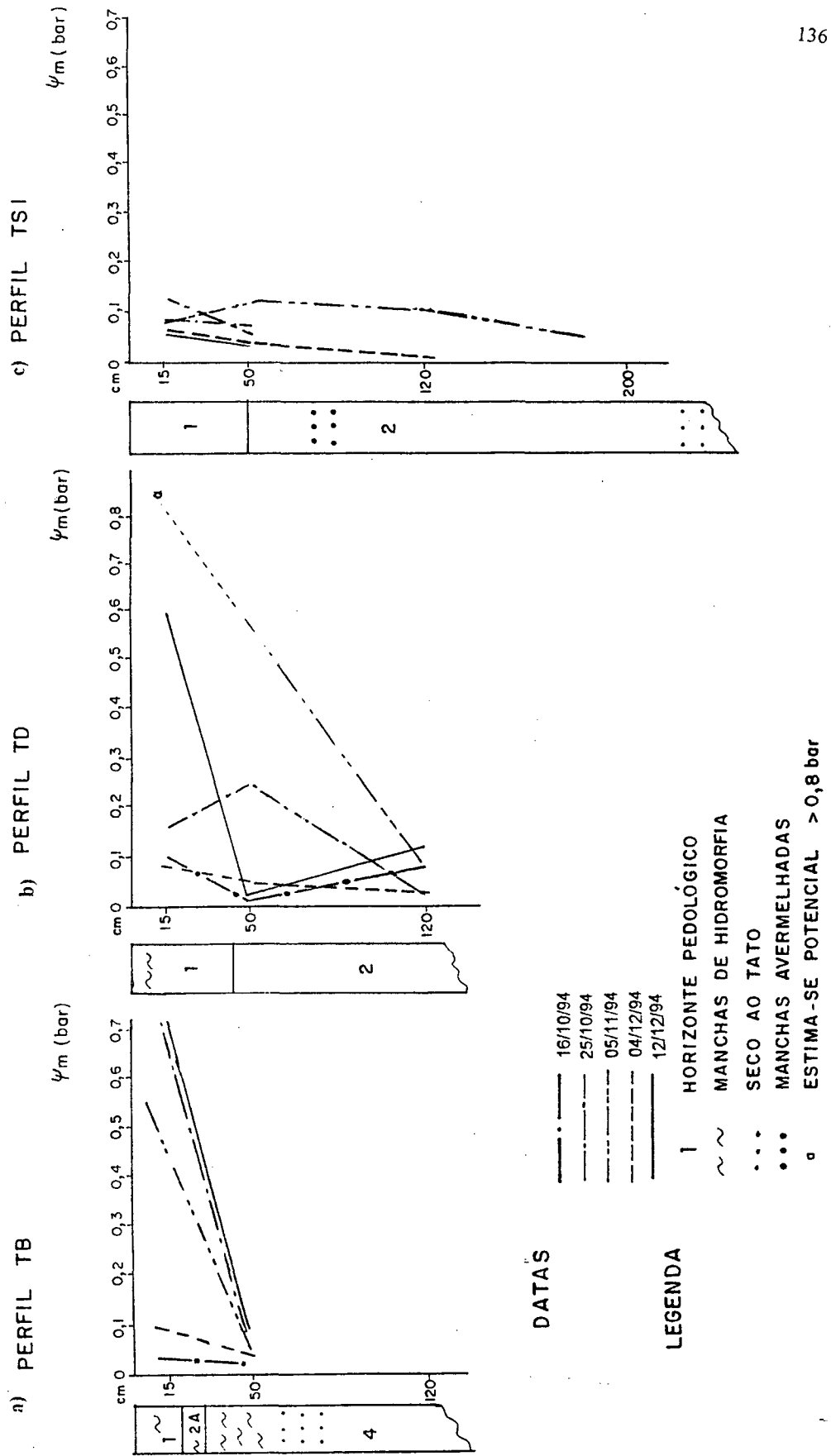


Figura 41: Perfis do potencial matricial em período pouco chuvoso. para: a) perfil TB; b) perfil TD; c) perfil

Com relação às medidas realizadas durante o **período pouco úmido**, observa-se que:

- a) O horizonte superficial não indica ressecamentos, embora a influência do ambiente externo (precipitação, evaporação e evapotranspiração) seja acentuada nos horizontes até 15 cm.
- b) A maioria dos potenciais matriciais tornam-se progressivamente menores em profundidade.
- c) Os potenciais matriciais variam com precipitações muito pequenas (menores que 5 mm/dia).
- d) Não há importante limitação no fluxo vertical entre 15 e 50 cm.
- e) Não observou-se nenhuma camada ou horizonte seco.
- f) Em TS1, o comportamento é muito variável, parece existir situações pontuais.
- g) Para TB não podemos falar em descontinuidades, pois tem-se apenas duas profundidades de avaliação.

Com relação às medidas realizadas durante o **período chuvoso**, observa-se que:

- a) O perfil TS1 esteve sempre próximo a capacidade de campo, portanto com microporos ocupados desde a superfície; mostra também, que não há descontinuidades funcionais.
- b) O perfil TD também não mostra descontinuidades, embora apresente variações do potencial matricial importantes acima de 120 cm; este fato é observado tanto para o período chuvoso, como para o período pouco úmido; em 120 cm, os potenciais matriciais são muito baixos; na parte superior (50 e 15 cm) há semelhança entre os dois períodos.
- c) No perfil TB, a água acumula-se em 50 cm em todas as datas do período chuvoso; acima de 15 cm, a variação do potencial matricial é relativamente alta.

#### **3.2.4. Curva de Retenção**

A curva de retenção também permite relacionar o estado energético ou o potencial matricial da água no solo. Neste caso, é possível avaliar este potencial em tensões acima de 0,1 bares, ou seja, acima da capacidade de campo. Através da Câmara de Richards (1947,

In.: WIDIATMAKA, 1990), pode-se obter o potencial matricial de água no solo entre 0,1 e 15 bares.

A Câmara de Richards é uma câmara de pressão controlada, onde amostras indeformadas de solo, após saturadas em água, são depositadas sobre uma placa porosa no interior da mesma. A câmara é fechada, e a água das amostras é forçada a sair em função de uma fonte externa de gás, que aumenta gradativamente a pressão no interior do recipiente.

Segundo GRIMALDI (1981), dentro de uma gama de sucções abaixo de 15 bares, uma parte importante de água retida pela capilaridade, depende das características do espaço poral, que resulta do modo de reunião das partículas sob diferentes níveis de organização do material.

#### 3.2.4.1. Materiais e métodos

Os dados para a curva de retenção foram obtidos no Laboratório de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina/Centro de Pesquisas de Pequena Propriedade, em Chapecó - SC, de acordo com o método descrito por FORSYTHE (1975). As amostras indeformadas, foram coletadas em pequenos cilindros de mesmo volume, nas trincheiras TD, TB e TM (mata) em profundidades diferentes, totalizando 17 amostras com duas repetições cada uma que foram submetidas a tensões de 0,1 a 15 bares, na câmara de Richards.

#### 3.2.4.2. Resultados e discussão

A média dos dados das curvas de retenção é apresentada na Tabela 16 e nas Figura 42a, b e c. Na mesma tabela, apresenta-se também a porosidade total ( $P_{ototal}$ ); a microporosidade ( $mp$ ) está representada nas linhas dos valores de 0,1 bares; a macroporosidade ( $Mp$ ), obtida através da expressão:  $Mp = P_{ototal} - mp$ . A relação  $Mp/mp$ , é importante na identificação da distribuição do espectro poral dos perfis TB, TD e TM.

**Tabela 16: Média dos dados de umidade volumétrica para os perfis TB, TD e TM em relação às variações de Potencial Matricial, PoTotal, Mp e Mp/mp.**

Perfis/ Prof. (cm)	Horizon te	Potenc. Matric. (bares)						Água Disponí- vel	Poros. Total (%)	Mp	Mp/ mp
		0,1	0,5	1	2	5	15				
TB/2	1	0,3435	0,3240	0,3169	0,3044	0,2989	0,2896	0,0539	50,2	15,8	0,46
/12	1A	0,3368	0,3167	0,3066	0,2975	0,2902	0,2806	0,0562	50,6	16,9	0,5
/20	1A/2A	0,4124	0,3855	0,3828	0,3708	0,3635	0,3520	0,0100	54,6	13,4	0,32
/30	2A *	0,3714	0,3440	0,3405	0,3330	0,3214	0,3092	0,0622	52,9	15,7	0,42
/60	4 **	0,2773	0,2636	0,2603	0,2540	0,2431	0,2292	0,0481	42,5	14,8	0,53
/90	4****	0,3361	0,3244	0,3200	0,3153	0,3060	0,2929	0,0432	49,4	15,8	0,47
TD/2	1*	0,3420	0,3192	0,3067	0,2980	0,2868	0,2659	0,0761	49,3	15,1	0,44
/10	1 *	0,2648	0,2451	0,2387	0,2270	0,2093	0,1968	0,0680	42,6	16,2	0,61
/30	1	0,2398	0,2278	0,2241	0,2160	0,2075	0,1982	0,0414	40,1	16,1	0,67
/50	1A	0,3286	0,3208	0,3163	0,3120	0,3056	0,2943	0,0343	47,4	14,5	0,44
/80	2	0,3640	0,3557	0,3519	0,3466	0,3383	0,3661	0,0379	47,1	10,7	0,29
/120	2****	0,2992	0,2928	0,2898	0,2864	0,2808	0,2728	0,0264	47,3	17,4	0,58
TM/9	1	0,2126	0,1983	0,1850	0,1766	0,1755	0,1751	0,0375	52,4	31,1	1,46
/20	1	0,2302	0,2061	0,1979	0,1879	0,1771	0,1568	0,0734	40,9	17,9	0,78
/40	2	0,2557	0,2329	0,2247	0,2136	0,2023	0,1829	0,0728	48,9	23,3	0,91
/60	2	0,3475	0,3272	0,3157	0,3022	0,2928	0,2752	0,0723	50,9	28,9	0,83
/80	2	0,2745	0,2525	0,2416	0,2310	0,272	0,1935	0,0810	44,1	16,7	0,61

\* amostra retirada em zona com hidromorfia

\*\* amostra retirada logo acima da zona seca ao tato

\*\*\* amostra retirada logo abaixo da zona seca ao tato

\*\*\*\* amostra retirada logo acima da zona com hidromorfia

No perfil TB, a macroporosidade é relativamente estável, embora seja menor em 20 cm; a microporosidade também é mais expressiva a 20 cm, sendo menor a 60 cm. A relação Mp/p em TB varia pouco entre as amostras, sendo menor a 20 cm.

A macroporosidade no perfil TD, variou relativamente pouco comparado à microporosidade, sendo menor em 80 cm e maior a 120 cm de profundidade. A microporosidade apresentou-se menor entre 10 e 30 cm de profundidade, elevando-se para interior do perfil, sendo maior a 80 cm. A relação Mp/mp é maior entre 10 e 30 cm (acima de 0,6) e menor em 80 cm (abaixo de 0,3).

Correlacionando-se a mp (Tabela 16) dos perfis TD e TB, e os percentuais mínimos e máximos de umidade relativa (Tabela 14) para cada profundidade, observa-se que a água ocupa uma porção considerável da microporosidade, mesmo em períodos mais secos. Esta porção pode variar entre 1/3 a 2/3 da microporosidade total.



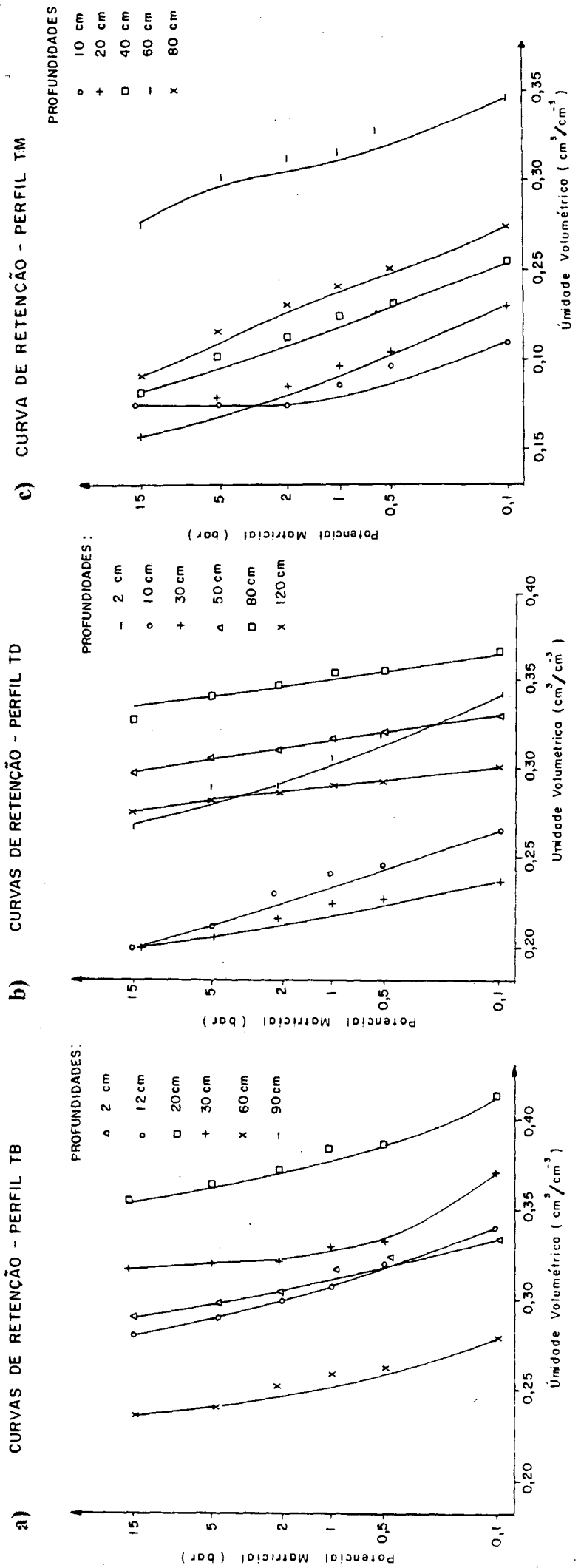


Figura 42: Representação das curvas de retenção para os perfis: a) TB; b) TD; c) TM.

As amostras do perfil TM, apresentaram valores elevados de água livre, exceto para os primeiros 9 cm. A macroporosidade em TM também é mais elevada, sendo que seus valores menores são superiores aos valores mais altos dos perfis TD ou TB, sob pastagem. O desmatamento e a maior exposição do solo às intempéries, leva à redução do teor de umidade e a maior sensibilidade a dissecação, conduzindo à um rearranjo estrutural, que é acentuado pelo pisoteio do gado.

Em geral, abaixo de 1 bar a variação de umidade volumétrica é relativamente pequena. A circulação de água gravitacional se faz pela Mp, que determina a drenagem vertical. Assim, os dados de Mp apresentam valores constantes em TD, com diminuição progressiva a partir de 50 cm, e uma redução mais forte a partir de 80 cm (16% reduz-se para 10%, correspondendo a uma perda total de 35%), correspondendo ao horizonte 2, que é considerável para uma possível restrição à passagem da água.

Os valores de TB, são similares a TD em superfície (até 12 cm), com primeira redução importante a 20 cm na transição dos horizontes 1A/2A (17% reduz-se para 13%, correspondendo a uma perda total de 23%), que também pode indicar uma restrição. Porém já a 30 cm, os valores mostram-se similares às camadas superficiais.

### **3.2.5. Síntese dos Principais Aspectos sobre a Água no Solo**

A influência do clima sobre as flutuações do nível de água da várzea foi bem evidenciada. Os níveis das réguas A e B, apresentaram influência da estiagem de agosto/setembro/94, observada pelo rebaixamento de até 4 cm nesses níveis, seguida de uma pequena elevação durante as chuvas da segunda quinzena de outubro e novembro/94, vindo a estabilizar-se posteriormente. As variações dos níveis entre as réguas A e B foram concordantes.

Considerando-se uma possível correlação dos níveis piezométricos observados na topossequência principal, com o nível de água da depressão de topo monitorada, vê-se que em setembro e outubro/93, houve elevação de todos os níveis, provocado pelo aumento das chuvas. Entretanto, o mesmo já não ocorre entre dezembro/93, janeiro e fevereiro/94, quando a precipitação aumenta e também os níveis piezométricos, mas reduz-se o nível de água da depressão de topo. Considerando-se que a evapotranspiração é acentuada neste período, parece ser esta, junto com a precipitação, as maiores responsáveis por estas

oscilações. A cobertura pedológica superficial nesta depressão de topo, apresentando fissuras verticais com recobrimento brunado, que constituem passagens de água, conforme mencionado, bem como, um conjunto de características pedológicas que indicam que a água é capaz de penetrar até o contato com a alterita, leva a considerar que o escoamento interno de água, mantém a depressão inundada.

Através do balanço hídrico observa-se, que não há déficit hídrico e portanto a precipitação é suficiente para abastecer os solos, vindo a reforçar que as variações do nível de água da depressão devem-se especialmente às variações de precipitação/evaporação e abastecimento interno.

Os horizontes 1 e 1A (**Bruno cinzento escuro a Bruno amarelado escuro e transição**), apresentaram os menores valores de umidade atual e sofrem de forma mais acentuada os efeitos da evapotranspiração e precipitação. Em função de suas características físicas, especialmente de porosidade, indica capacidade de drenagem relativamente boa. A presença de manchas de hidromorfia na parte da baixada, indica porções de estagnação de água, o que pode ser atribuída especialmente à proximidade do lençol freático permanente. Nestes horizontes, através da curva de retenção, observou-se que a microporosidade é relativamente mais elevada na passagem dos horizontes 1A/2A e 1A/2, e menor no horizonte 1. A parte superior do horizonte 1 dos perfis sob pastagem (TD e TB), apresentaram valores elevados de água disponível, o que pode estar associado aos valores da macroporosidade relativamente mais elevados.

O horizonte 2 (**Bruno amarelado**), apresentou aumento gradual da umidade atual em profundidade, possivelmente por suas características físicas relativamente homogêneas na extensão do horizonte e por sofrer gradativamente menos influência do ambiente externo. Na vertente, observou-se neste horizonte, apenas em períodos muito úmidos, a formação de um lençol suspenso temporário e um fluxo lateral testemunhado por manchas de hidromorfia, sempre acima da porção seca ao tato, embora, os teores de umidade atual não revelaram, em nenhum momento teores de saturação.

Na busca do equilíbrio hidrodinâmico, a água, através dos seus caminhos preferenciais, desenvolve fluxos laterais no interior do horizonte 2, e que são indicados por porções com manchas de hidromorfia. Estas porções, pela forma que se configuram (Prancha 2), parecem indicar que este fluxo lateral recebe contribuição tanto das águas do

lençol suspenso em períodos úmidos, como do lençol permanente em períodos menos úmidos, a partir da trincheira TB

No **horizonte 2A**, começa a ser registrada a presença da zona seca ao tato, abaixo do nível piezométrico médio da baixada. Este horizonte caracteriza-se por uma drenagem deficiente, promovida pela proximidade da várzea e pela topografia quase plana.

De acordo com os dados obtidos através da Câmara de Richards, observou-se que a macroporosidade alterou-se pouco entre os horizontes 1 e 2, mas é menor no horizonte 2. Este aspecto, é assinalado também no resultado obtido com a amostra que localizava-se logo acima da zona seca ao tato com hidromorfia, vindo a reforçar que horizonte 2, possui permeabilidade mais reduzida, em função especialmente das características de sua porosidade. A porção seca ao tato deste horizonte, apresentou os menores potenciais matriciais, indicando uma elevada capacidade de retenção de umidade em relação aos demais horizontes monitorados.

O **horizonte 4 (Amarelo brunado)**, apresenta variabilidade para todas as características analisadas, indicando ser o perfil TB onde este é predominante, como de transição entre as condições da vertente e da baixada. Os valores de umidade atual, da mesma forma são bastante variáveis. Na porção seca ao tato, a  $U_a$  é menor e não apresenta resposta nítida com a precipitação. A média dos níveis piezométricos permaneceram abaixo da porção seca ao tato, em raras datas acima desta, mas nunca no interior desta camada.

De modo semelhante ao que já se observou em outras características deste horizonte, mostrou grandes variações na capacidade de armazenamento de água durante o período pouco úmido, porém no período chuvoso esteve próximo à saturação. A presença de manchas de hidromorfia acima desta porção, representa uma zona de estagnação de água, provavelmente já sob influência da várzea e da topografia suave da baixada. Os resultados obtidos com a curva de retenção foram distintos para as duas amostras analisadas, não podendo assinalar-se uma tendência geral da capacidade de retenção para este horizonte. A porção seca ao tato, mais uma vez, exerce influência, representando restrição ao fluxo vertical, condicionando a formação de fluxos laterais, semelhante ao que ocorre no horizonte 2 homogêneo. Descreve-se no horizonte 4, três porções distintas: a porção acima da zona seca ao tato, com menor porosidade total e maior microporosidade; a zona seca ao tato; e a porção abaixo desta que apresenta maior porosidade total e maior

microporosidade em relação às camadas sobrejacente, e que lhe permite um fluxo vertical mais facilitado.

O **horizonte 5 (Gley)**, onde realizou-se monitoramento para umidade atual, não apresentou condições de fornecer amostras indeformadas para as demais análises discutidas neste capítulo, em função da presença contínua de água livre. Apresentou-se mais úmido em função da nítida influência do lençol freático, ressentindo-se entretanto com períodos de chuvas escassas ou ausentes.

O perfil sob mata apresentou valores de água disponível bem superiores aos perfis sob pastagem (TD e TB), exceto na parte superior do horizonte 1, indicando uma capacidade relativamente alta de retenção de umidade, conforme também observado em campo. Esta característica pode estar relacionada a maior quantidade de macroporosidade, que é menor nos perfis sob pastagem.

A água que mantém elevado o nível dos piezômetros da vertente, em período úmido, tem origem primeiramente no fluxo vertical, proporcionado pela permeabilidade dos horizontes sobrejacentes (1 e 1A). O horizonte 2 homogêneo, apresenta características porosimétricas de armazenador de água indisponível (retida em poros menores que 0,2 micra), acrescido ainda pela permeabilidade mais restrita do horizonte subjacente (porção seca ao tato). Estes piezômetros são alimentados também por fluxos laterais. A Ua em TD a 120 cm (horizonte 2 - acima das manchas de hidromorfia), oscila pouco nos períodos mais úmidos, indicando ser uma zona de menor drenagem ou mesmo de certa estagnação de água, confirmada pelas manchas de hidromorfia.

A estabilidade do lençol nos perfis da baixada, é determinada pela proximidade do nível do lençol (o nível piezométrico está pelo menos 1 m acima do nível da água da várzea - as réguas A e B indicam o nível constante da várzea) que se reflete na pouca alteração em pequenas alterações dos níveis piezométricos em períodos úmidos.

## 4. FUNCIONAMENTO HÍDRICO DA COBERTURA PEDOLÓGICA

Neste capítulo são interrelacionadas as características do solo observadas em campo, com os resultados das análises físicas, químicas, micromorfológicas e de porosidade, e com as características relativas a capacidade de drenagem e armazenamento de água obtidas com os resultados obtidos do monitoramento em campo dos tensiômetros, piezômetros, umidade atual, relacionando-os à pluviometria.

Identificou-se na topossequência principal, três partes bastante distintas quanto às características físicas e ao funcionamento hídrico: a **vertente** que apresenta horizontes bem drenados, cobertura relativamente espessa condicionada à forte declividade, onde predomina a cor bruno amarelada; a **base da vertente** é caracterizada por uma situação de transição entre encosta e baixada e que portanto apresenta certa influência da várzea como ainda certa capacidade de drenagem, com alta variabilidade de características e comportamento; a **baixada** é caracterizada por forte influência do nível de base local e pelos efeitos da reduzida declividade; neste último caso, o elevado teor de umidade alterou os aspectos químicos, físicos, mineralógicos e micromorfológicos.

### 4.1. Funcionamento Hídrico da Vertente

A parte superior da cobertura pedológica da vertente, mostra permeabilidade relativamente boa, em função principalmente das características físicas do horizonte 1. Segue-se uma permeabilidade mais restrita do horizonte 2 e principalmente do horizonte 3.

É no horizonte 1 que apresenta-se o maior potencial para penetração e distribuição de água e ar. Isto é assinalado pela micromorfologia, onde há predomínio de poros maiores que  $300\mu$ , na forma de fissuras principalmente, seguida pela porosidade intergranular, o que contribui para a função citada. A intercomunicação entre os poros é predominantemente forte até 10 cm de profundidade. A porosidade capilar é importante, mas também é importante a porosidade menor que  $0,2\ \mu$ . Há estagnação temporária de água, marcada por manchas de hidromorfia.

Os teores de umidade atual, demonstraram ser este, o horizonte mais seco na vertente e na base desta, embora todos os horizontes apresentem certo teor de umidade em todas as estações do ano.

Quanto mais alta a posição na vertente, menos imediatas foram as respostas dos tensiômetros. De qualquer modo, todos os aparelhos no horizonte 1 oscilaram bastante. É importante considerar também neste caso, a influência da proximidade com o meio externo (evapotranspiração), que contribuem para estas variações.

A água que permeia o horizonte 1 e alcança o horizonte 2, encontra uma camada de profundidade variável (20/30-140/210 cm) e coloração bruno amarelada homogênea, característica dos solos Sorocaba do Sul e que refletem a permanente hidratação. Na parte superior da encosta, o interior desse horizonte apresenta manchas avermelhadas, indicando uma drenagem mais efetiva.

Na mineralogia da argila, predomina a caulinita, seguida pela gibbsita e vermiculita-hidroxi; a mica aparece apenas na porção sem manchas do horizonte 2, assinalando a possível ação da água na solubilização deste mineral. Este aspecto pode ser observado com maior nitidez, a 250 cm do perfil TS1, quando os dados registram apenas caulinita: esta porção do horizonte 2, pode representar uma passagem preferencial da água, condicionada pela porção subjacente, seca ao tato.

A porosidade, no horizonte 2 observada em campo, é bem desenvolvida na forma de fissuras e tubos centimétricos. Em termos de porosidade total, os valores são bastante homogêneos e relativamente altos (47%) para este solo com pastagem, já que na mata a porosidade desse horizonte é pouco mais elevada (>49%). O tamanho dos poros, entretanto, é que indica certa restrição. Há um predomínio de poros menores que  $0,2 \mu$ , capazes de armazenar água que é indisponível à vegetação. Esta concentração de microporos foi bem observada pela análise da capacidade de retenção no perfil TD a 80 cm de profundidade, onde detectou-se o predomínio da microporosidade. Através da correlação da microporosidade, determinada pela capacidade de retenção água, com os teores de umidade atual, observa-se que estes poros permanecem com água numa proporção de 1/3 a 2/3 do total dos microporos, mesmo em períodos muito secos.

A micromorfologia também confirma a presença desta porosidade de tamanho reduzido; o tamanho de poros no horizonte 2, é predominantemente menor que  $300 \mu$  (60%

ou mais), de forma fissural e em câmaras, com fraca intercomunicação entre eles, confirmando a redução da permeabilidade deste horizonte, em relação ao horizonte subjacente.

Os teores de umidade atual neste horizonte, mantiveram-se em média entre 23-26%, o que pode ser considerado alto em relação aos teores do horizonte 1 mas não ao dos demais horizontes, que são mais elevados. Isto indica que o volume 2 apresenta, em função destas características, capacidade de manutenção do teor de umidade, sendo entretanto, parte deste indisponível às plantas, em função do tamanho da porosidade, como já mencionado.

Através da tensiometria, observa-se que o horizonte 2 apresenta variações em função de sua posição na seqüência principal e da porção monitorada.

A capacidade de reserva de água do horizonte 2 é suficiente para manter um lençol suspenso desde que sejam atendidas as condições de precipitação freqüente e regular. Os níveis piezométricos apresentaram-se sensíveis às oscilações climáticas na base deste horizonte, muitas vezes sem registro em datas consecutivas: São necessárias precipitações freqüentes e regulares (entre 15 e 30 mm/dia) por vários dias, para a sua manutenção. A presença temporária deste lençol, também é reflexo da restrição promovida pelo horizonte 3, à passagem de água.

No horizonte 3, a porosidade fissural foi bem visualizada em campo e através da micromorfologia, onde observou-se a forma de fissuras e câmaras, com predomínio de poros menores que 300  $\mu$ , de fraca intercomunicação. Tais características indicam ser este um horizonte menos permeável que o 2, observação reforçada pela ausência de níveis piezométricos no seu interior, registrando-se apenas níveis acima e abaixo dele. Esta reduzida capacidade de armazenamento foi sentida em campo, ao registrar-se este horizonte como sendo seco ao tato.

Quanto a textura, na vertente esta mostra-se relativamente homogênea, sendo o horizonte 3, o mais argiloso de toda a toposseqüência principal. Esta maior concentração e argila contribui para a redução da permeabilidade e conseqüente circulação lateral em porções acima e abaixo deste horizonte.

O horizonte 7 ocorre em toda a toposseqüência principal. Sua característica principal em campo, foi a presença de relíquias da rocha dispersas no material pedoplasmado. Não observou-se o predomínio de uma cor mas sim uma mistura de tons esbranquiçados,



amarelado - brunados e amarelo - avermelhados, em função da maior influência da rocha alterada. Esta influência se dá também, através da mineralogia pela presença de quartzo em maior quantidade, pela textura mais grosseira e pela hidromorfia no contato com alterita.

Os dados de micromorfologia que se dispõe para o horizonte 7, foram obtidos da amostra retirada da parte superior do mesmo no ponto TS. A descrição indica uma grande concentração de plasma (>70%); o percentual de poros corresponde a apenas 2%, sendo esta porosidade essencialmente composta por poros do tipo fissural, de fraca intercomunicação. Estes aspectos, caracterizam o horizonte 7 como sendo pouco permeável e a camada inferior, que corresponde ao horizonte 7A e toda a porção de contato com a rocha alterada, mostra-se como zona de estagnação e/ou de passagem da água em profundidade, dando continuidade ao lençol permanente. Na continuidade das manchas de hidromorfia presentes no contato com a rocha alterada, à jusante da topossequência principal, a passagem lateral da água deixa o contato e passa a permear o horizonte 4 e 6, na base da vertente (perfil TB), quando o lençol aproxima-se da superfície.

## **4.2. Funcionamento Hídrico da Base da Vertente**

A base da vertente, corresponde à parte da topossequência onde encontram-se os perfis TB, P e L. Caracteriza-se por ser uma transição entre vertente e baixada, como mencionado anteriormente.

O horizonte superficial - 1, contínuo em toda a topossequência, apresenta características de drenagem relativamente boa, conforme descrito para a vertente, apresentando maior quantidade de manchas de hidromorfia.

Abaixo deste, inicia-se no perfil TB, a configuração do horizonte 2 A, caracterizado pela semelhança com o horizonte 2, sendo inclusive considerado modificação deste, porém com menor capacidade de drenagem em função da topografia quase plana e da proximidade do lençol freático, o que é assinalado pela maior concentração de manchas de hidromorfia. Seu espectro de poros entretanto, revela distribuição relativamente boa, com leve predomínio de poros menores que  $0,2\mu$ . Sua configuração em bisel, pode ser indicadora de colúvio. A textura heterogênea, revelada pelas variações pronunciadas da relação areia fina/areia grossa, também vem reforçar este aspecto.

A drenagem torna-se mais deficiente na transição do horizonte 2 A com o 4.

De acordo com observações de campo e certas análises, o horizonte 4 mostrou-se, além de variegado na cor e sinais de hidromorfia, heterogêneo na porosidade e nas características micromorfológicas.

Observando-se o perfil TB, onde o horizonte 4 é mais expressivo, é possível subdividi-lo em três porções, em função da variabilidade de suas características, o que também pode estar relacionado à sua posição topográfica intermediária ou de transição, na topossequência principal:

- a) porção superior (30-60 cm de profundidade): porosidade total relativamente menor (42,5%), com poros de intercomunicação moderada à forte. As manchas de hidromorfia, assinalam esta porção como uma zona de estagnação, condicionada possivelmente pela porção subjacente, seca ao tato.
- b) porção intermediária - seca ao tato (60-90 cm de profundidade): porosidade total relativamente mais elevada (49,4%), apesar desta amostra ter sido retirada no limite com a porção inferior; fraca intercomunicação entre poros; como já assinalado para os horizontes 2 e 3, apresenta restrições ao fluxo vertical e mostra-se capaz de promover zonas sobrejacentes de estagnação de água. A porosimetria à mercúrio revelou o maior percentual de poros menores que  $0,2 \mu$ , o que caracteriza esta porção como sendo de permeabilidade bastante restrita e a água aí armazenada indisponível à vegetação.
- c) porção inferior (abaixo de 90 cm de profundidade): caracteriza-se por ser mais argilosa que as porções acima (representando a "barriga" de argila), e ser mais homogêneo na cor, embora apresente sinais de hidromorfia no limite com o horizonte 6, o que assinala certa restrição à sua drenagem vertical nesse ponto.

Os teores de umidade das 3 porções, variaram em média entre 20 e 25%, sendo que a porção intermediária é levemente mais úmida.

Os níveis piezométricos nos pontos TB, P e L principalmente, e C e A secundariamente, mostraram níveis com muita frequência no horizonte 4, em várias profundidades. O teor de umidade confirma a existência de 3 porções distintas no interior do volume 4, cujos valores em média apresentam ligeiras diferenças. O horizonte 4 pode ser uma modificação dos horizontes 2/2A e 7, uma vez que também apresenta características desses, entretanto mostra-se em tom amarelado distintamente mais claro.

Na transição com o horizonte 6 subjacente, as manchas de hidromorfia indicam uma passagem lateral do lençol permanente, que a partir da base da vertente deixa de permear no contato com a alterita e eleva-se, permeando os horizontes gleyzados da baixada. Os níveis piezométricos nunca encontraram-se no interior deste horizonte, mas sempre acima dele, o que reforça a sua capacidade de permitir um fluxo lateral mais facilitado.

### **4.3. Funcionamento Hídrico da Baixada**

A baixada se caracteriza por ser a porção menos drenada da seqüência principal, onde a presença permanente do lençol freático leva ao desenvolvimento do processo de gleyzação.

Além dos horizontes 1A e 4 já caracterizados em termos de funcionamento hídrico, ocorre com maior expressão o horizonte 2 A. A micromorfologia deste horizonte, indica um percentual elevado de poros menores que 300  $\mu$  (mais que 60%) na forma predominantemente intergranular (55%) seguida pela fissural (25%) de intercomunicação relativamente deficiente. Conforme observa-se nos registros dos piezômetros dos pontos A, C e O, os níveis permaneceram em várias datas no horizonte 2A, oscilando entre 20 e 100 cm de profundidade. Esta estabilidade é mantida principalmente pelo nível de base local, com certa influência da precipitação.

Os sinais de hidromorfia, registrados nas observações de campo e responsáveis na distinção deste horizonte do 2, são realçados pelos aspectos monitorados sobre a dinâmica da água (este apresentou os teores de umidade atual mais altos de toda a seqüência principal), condicionado pela proximidade do nível de base.

Enquanto a água oscilou no interior do horizonte 2 A, no horizonte subjacente (horizonte 5), a água do lençol freático permanente, manteve este bastante úmido, sendo que em 60% das datas de piezometria mostraram este horizonte saturado. O teor de umidade, também revela um alto percentual de água, sendo que em média, os valores encontram-se próximos a 35%. Há um sutil decréscimo destes teores com a profundidade, o que reforça a observação de campo da presença de material seco ao tato em 140-160 cm de profundidade.

O horizonte 5 desenvolveu suas características, sob forte influência da água do lençol freático permanente. Sua capacidade de armazenamento de água e drenagem deficiente, está

mais em função de sua posição topográfica e proximidade com a várzea, do que de suas propriedades físicas.

#### 4.4. As Zonas Secas ao Tato

Além dos horizontes mencionados, em termos de dinâmica hídrica desta cobertura pedológica, há de se destacar a influência exercida pelas zonas secas ao tato. Caracterizam-se em resumo, por não serem exclusivas de um horizonte ou profundidade; não apresentam textura homogênea; a porosidade total é relativamente reduzida (42,5%) sendo que o maior volume de poros são menores que  $0,2 \mu$ , portanto com umidade indisponível; a intercomunicação entre poros é acentuadamente fraca (mais de 70%); apresenta todas as mineralogias predominantes e a maior capacidade de troca de cátions do perfil TS1 (considerada alta); os teores de umidade em geral não são os mais baixos do perfil, ao contrário, apresentaram valores médios relativamente mais elevados dos perfis analisados, o que não justifica a sua denominação de campo “seca ao tato” embora a água presente não seja sentida ao tato; os sinais de hidromorfia e os níveis piezométricos estão ausentes.

Em função de suas características estas zonas:

- constituem-se em uma restrição à distribuição homogênea da água no perfil, especialmente ao fluxo vertical e por isso, condiciona à formação de fluxos laterais, representados pelas manchas de hidromorfia, as quais indicam caminhos preferenciais da água e/ou zonas de estagnação dependendo da topografia. LUIZ (1996), também encontrou material seco ao tato em vertente vizinha; esta porção foi encontrada no horizonte vermelho de transição para a rocha. Abaixo desta, a autora cita a presença de descontinuidades da cobertura pedológica, como a observada entre a rocha alterada mais permeável e a rocha pouco alterada subjacente. A primeira, quando saturada, pode levar a movimentos de massa.
- apresentam poros muito pequenos (71 % de poros menores que  $0,2 \mu$ ), com potencial restrito de para o armazenamento de água (água indisponível à vegetação), levando a um comportamento hídrico diferenciado e decisivo para a definição dos caminhos preferenciais da água.
- mostram-se como um condicionante na variabilidade de características do horizonte 4.

## 4.5. Os Caminhos Preferenciais da Água

Levando-se em consideração o conjunto dos horizontes e suas características químicas, físicas, mineralógicas, micromorfológicas e hidrodinâmicas, procurou-se definir para a topossequência principal, os caminhos preferenciais da água, representando-os bidimensionalmente (Figura 43).

De modo geral, o teor de umidade destes solos, mantém-se elevado o ano todo, o que reflete na coloração amarelada destes.

A ausência de cerosidade e de cutãs de iluviação, indicam que não haveria migração de argila e seu conseqüente acúmulo no horizonte 2 (barrigas de argila).

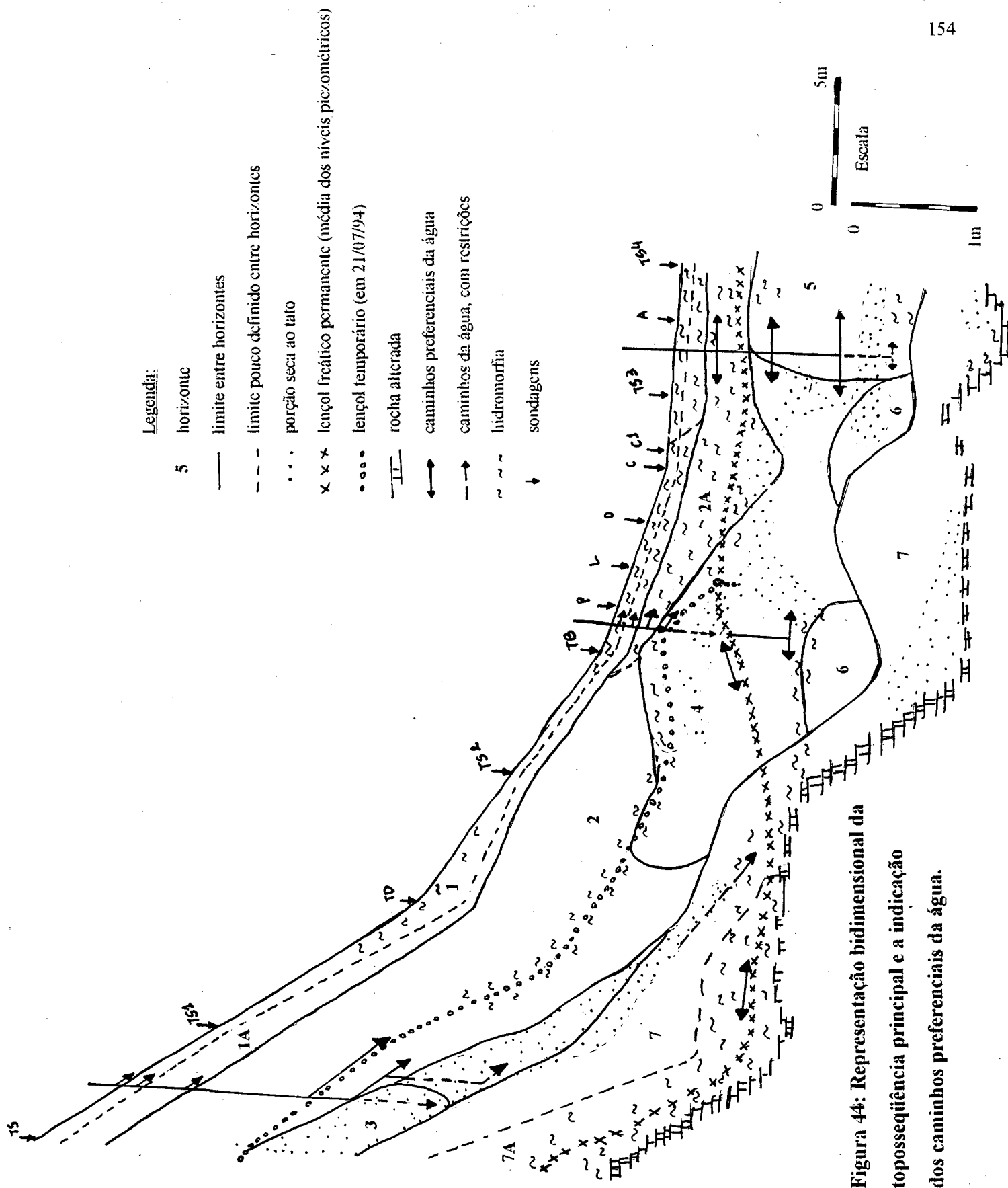
O horizonte superior, em função de suas características, apresenta-se permeável. É capaz de distribuir vertical e lateralmente a água da precipitação, apresentando respostas relativamente rápidas. Próximo a baixada, a capacidade de drenagem e distribuição da água deste horizonte, torna-se levemente mais reduzida, em função da topografia e da proximidade do lençol freático permanente. O horizonte 1A - transição para o horizonte 2, também contínuo na topossequência, apresenta redução da porosidade total, afetando conseqüentemente a drenagem do horizonte superficial, levando a estagnação de água em partes do horizonte superior, o que é indicado por manchas de hidromorfia.

Abaixo desses horizontes (1 e 1A), segue o horizonte 2, homogêneo na vertente e horizonte 2A com hidromorfia na base da vertente e baixada. A maior parte da água, que permeia verticalmente os horizontes superiores, atinge o horizonte 2, e próximo a 250 cm de profundidade (perfil TD), é condicionada a escoar lateralmente, em função principalmente da camada seca ao tato, na parte inferior deste e no horizonte 3, e secundariamente em função da topografia. A definição da linha do lençol suspenso temporário nessa profundidade, que se forma em períodos muitos chuvosos, indicam a presença de um caminho preferencial da água. Este apresenta continuidade lateral nos horizontes 4 e 2A. A porosidade, em termos de quantidade e especialmente quanto a sua distribuição no espectro, mostrou-se uma característica importante na definição da funcionalidade dos horizontes.

O horizonte 4, apresenta grande variabilidade de características físicas e hidrodinâmicas, com porções diferenciadas dentro do mesmo horizonte. A presença da camada seca ao tato e a definição da linha do lençol freático permanente (numa transição

entre o lençol temporário e o permanente), delimitam os caminhos onde a água passa com maior facilidade dentro deste horizonte. As porções secas ao tato de modo geral, não impedem o fluxo vertical de forma definitiva, mas constituem-se em camadas de permeabilidade extremamente reduzida, condicionando à formação de fluxos laterais sobrejacentes. Estas, apresentam predomínio de poros muito pequenos e conseqüentemente, reduzida capacidade de penetração de água.

Na baixada, com a separação dos lençóis temporário e permanente, há uma faixa de flutuação deste último, definida por manchas de hidromorfia. O lençol permanente flui lateralmente em profundidade na vertente, no contato com a rocha alterada. O lençol suspenso (na vertente), é sobrejacente à porção seca ao tato, fluindo paralelo à esta. Em direção à baixada, o lençol permanente tende a elevar-se levemente, quando mantém-se a uma média de 80 cm da superfície, onde desenvolve sinais de hidromorfia e gleyzação.



## 5. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, N. O de; 1982. *Delimitação e caracterização de unidades de manejo ambiental: Uma contribuição metodológica*. Dissertação de Mestrado (não publicada). UFRJ.. Rio de Janeiro. p. 15 - 80.
- BAGNOLE, F.; GAUSSEN, H.; 1963. *Os climas biológicos e sua classificação*. In.: Boletim Geográfico. Cons. Nacional de Geografia/IBGE. Ano XXII - nº 176. Rio de Janeiro. p. 545-566.
- BELTRAME, A da V.; 1990. *Proposta metodológica para o diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas, de pequenas bacias hidrográficas - um estudo da bacia do Rio do Cedro (Brusque/SC)*. Tese de Mestrado. Pós-graduação em Geografia da UFSC. Florianópolis. 186 p.
- BELTRAME, A; BOULET, R.; CASTRO, S. S.; PELLERIN, J.; QUEIROZ NETO, J.P.; SCHEIBE, L.F. 1991. *Organizations des Couvertures Pédologiques sur Migmatites du Plateau Atlantique*. Table Ronde: Organization et Dynamique Interne de la Couverture Pedologique et son Importance pour la Comprehension de la Morphogenese. Anais des Resumé. Caen, le 6 et 7 décembre. p.20
- BELTRAME, A V. da; 1993. *Considerações a respeito do relevo da bacia do rio Inferninho como subsídio para a extrapolação de dados pedológicos*. VIII Seminário de Análise Estrutural da Cobertura Pedológica: aplicação ao estudo interdisciplinar do ambiente tropical brasileiro. (não publicado). Belo Horizonte. n.p.
- BELTRAME, A da V.; 1994. *Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas - modelo e aplicação*. Ed. da UFSC. Florianópolis, 112 p.
- BELTRAME, A da V. (Coord.) 1995. *Relatório final de atividades do Projeto: Avaliação da degradação dos recursos naturais a partir das atividades agro-silvo-pastoris no âmbito sócio-econômico e pedológico*. Depto. Geociências - FAPEU - FNMA. (não publicado). Florianópolis. 84 p. il.
- BONNEAU, M.; SOUCHIER, B.; 1979. *Constituants et propriétés du sol*. - 2. Ed. Masson. Paris. p. 38-57, 226-312.
- BOULET, R. 1988<sup>a</sup>. *Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia*. In.: A responsabilidade social da ciências do solo. Coord. Antônio C. Moniz, A M.C. Furlani, P.R. Furlani, S.S. Freitas - XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 79-90.
- BOULET, R. 1988<sup>b</sup>. *Relatório da Missão ao Brasil*. (não publicado).
- BOULET, R.; CASTRO, S.S. de; CURMI, P.; PELLERIN, J.; QUEIROZ NETO, J.P. de; 1991. *Depressões de topo em migmatitos de Sorocaba do sul (SC): Primeiros resultados*. VII Seminário de Análise Estrutural da Cobertura Pedológica: Aplicação ao estudo interdisciplinar do ambiente tropical brasileiro. Belo Horizonte. (não publicado).



- BRADY, N. C.; 1979. *Natureza e propriedade dos solos - Compêndio Universitário sobre Edafologia*. Trad. Antônio B. Neiva Figueiredo F<sup>o</sup>. 5<sup>a</sup> ed. Ed. Freitas Bastos. Rio de Janeiro. 647 p.
- BUSS, M. D.; SCHMIT, W. 1987. *Estudo Integrado do Solo: Uma experiência com Agricultores..* In.: Revista Geosul - n<sup>o</sup>. 4, ano II. Depto Geociências. Ed. da UFSC. Florianópolis,, SC. P. 48-52.
- BUSS, M. D. 1990. *Relatório parcial Sorocaba do Sul*. (não publicado). n.p.
- CARDOSO, A S. 1995. *Caracterização do Solo Degradado a partir de Processos Superficiais de Erosão (Sorocaba do Sul/Biguaçu - SC)*. Monografia de Graduação (não publicada). Depto. Geociências/UFSC. Florianópolis. 59 p.
- CASTRO, S.S. de; 1989. *Impregnação de amostras de solo para confecção de lâmina delgada*.
- CHAUVEL, A; 1979. *Iniciação a análise microscópica dos solos*. Curso de Investigação em Mineralogia de Solos. Instituto de Geociências/USP. (não publicado). São Paulo. n.p.
- CURMI, P.; 1988. *Relação entre o espaço poral do solo e seu funcionamento hidrico*. In.: In.: A responsabilidade social da ciências do solo. Coord. Antônio C. Moniz, A M.C. Furlani, P.R. Furlani, S.S. Freitas - XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 447-454.
- CURMI, P. 1989. *Compte Rendu de Mission - du 89/06/25 au 89/08/26*. INRA/Direction Scientifique relations Internationales. (não publicado). p 4-6.
- DELVIGNE, J.; 1983. *Micromorfologia de Alteritas*. Apostila do Curso de Micromorfologia das Alterações Minerais. Instituto de Geociências/USP. (não publicado). São Paulo. 149 p.
- DEMATTE, J. L. I. 1986. *Potencial de produtividade do solo*. Anais do Simpósio Avançado de Química e Fertilidade do Solo. Vol. 1. Coord.<sup>a</sup> R. Dechen e Q.A de C. Carmello. Fundação Cargill. Campinas. P. 137-169.
- DUCHAUFOR, P. 1984. *Pédologie*. Masson S. A. Éditeur. Paris. 219 p.
- EMBRAPA, 1979. *Manual de métodos de análise de solo*. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo/Mín. da Agricultura. Rio de Janeiro. n. p.
- FERNANDES BARROS, O N. 1985. *Análise estrutural e cartográfica detalhada de solos em Marília, Estado de São Paulo: Ensaio Metodológico*. Dissertação de mestrado em Geografia/USP. (não publicado). São Paulo. 139 p.
- FORSYTHE, A. M.; 1975. *Física de Suelos - Manual de laboratório*. San José - Costa Rica. 212 p.
- FURIAN, S.; 1994. *Morphogenèse/Pedogenèse en milieu tropical humide de la Serra do Mar, Brésil: contribution de l'altération et de la pedogenèse a une dynamique*

*actuelle de glissement*. Thèse pour obtenir le titre de Docteur. Universidade de Caen - Sciences de la terre - SLCH. Caen. p. 34-46; 62-79; 101-114.

GAPLAN. 1986. *Atlas do Estado de Santa Catarina*. Aerofoto Cruzeiro. Rio de Janeiro. 173 p. mapas, táb., gráf.

GRANDO, P. J. 1995. *Caracterização e funcionalidade da pequena produção familiar em Sorocaba do Sul (Biguaçu/SC)*. In.: Relatório final de atividades do Projeto: Avaliação da degradação dos recursos naturais a partir das atividades agro-silvo-pastoris no âmbito sócio-econômico e pedológico - 1ª Parte. Depto. Geociências - FAPEU - FNMA. (não publicado). Florianópolis. P 1- 56. il.

GRIMALDI, M.; 1981. *Contribution a l'étude du tassement des sols: évolution de la structure d'un matériau limoneux soumis à des contraintes mécaniques et hydriques*. Thèse pour obtenir le titre de Docteur. L'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes/INRA. Rennes. p. 77-149.

GROHMANN, F.; 1972. *Porosidade*. In.: Elementos de Pedologia. Coord. A C. Moniz. Cap. 6. Ed. Polígono e Ed. da USP. São Paulo. p. 77-84.

HADLICH, G. M. 1992. *Relatório de estágio: Análise estrutural da cobertura pedológica*. Relatório de Estágio de conclusão de graduação (não publicado). UFSC. Florianópolis. 31p.

HÉNIN, S.; GRÁS, R.; MONNIER, G.; 1976. *Os solos agrícolas*. Trad. Orlando Valverde. Ed. da USP. São Paulo. 334 p.

KERTZMAN, F.F. 1996. *Modificações na estrutura e no comportamento de um latossolo roxo, provocadas pela compactação*. Tese de Doutorado/ Depto. Geografia/FFLCH/USP. São Paulo. 153 p.

KIEHL, E. J.; 1979. *Relações Solo - Planta*. Ed. Agronômica Ceres. São Paulo. p. 100-207.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. do. 1975. *Geologia Geral*. - cap. 4. Companhia Ed. Nacional. São Paulo.

LEPSH, I. F.; BELLINAZZI, Jr; BERTOLIN, D.; ESPÍNDOLA, C., 1983. *Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso*. 4ª Aproximação. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Campinas. 175 p. il.

LUIZ, E. L.; 1996. *Estudo de movimentos de massa na bacia do rio Inferninho e sua influência na evolução de vertentes - Sorocaba de Dentro (Biguaçu/SC)*. Dissertação de mestrado do Curso de Pós-Graduação em Geografia da UFSC. (não publicado) 125 p.

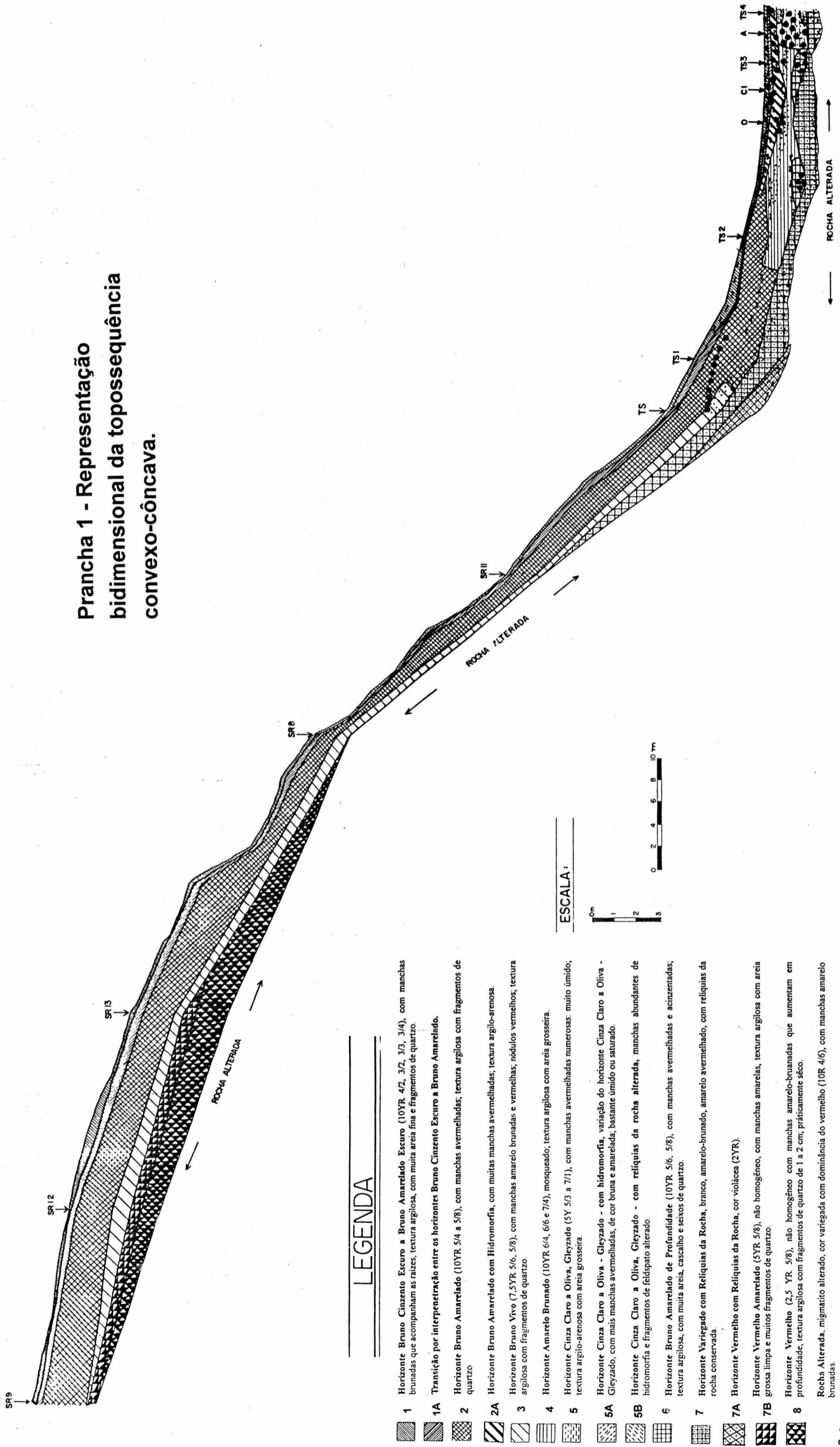
MANFREDINI, S.; PADOVESE, P.P.; OLIVEIRA, J.B. de. 1984. *Efeito da composição granulométrica da fração areia no comportamento hídrico de Latossolos de textura média e Areias Quartzosas*. Rev. Bras. Ci. Solo - vol. 8. Soc. Bras. Ci. Solo. Campinas. P. 13-16.

- MEC/MINTER/GOV. EST. DE SC/UFSC/SUDESUL/SECR. AGRIC. DE SC. 1973. *Levantamento de Reconhecimento do solos do Estado de Santa Catarina*. Imprensa Universitária da UFSC. Vol. 2. 494 p. mapas.
- MONIZ, A. C. (Coord.) 1972. *Elementos de Pedologia*. Ed. Polígono e Ed. da USP. São Paulo. 459 p.
- OLIVEIRA Jr., A.; 1993. *Caracterização das propriedades termo-hidráulicas de matérias artificiais, para reaterro de cabos elétricos de potência*. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFSC. Cap. 5 e 6. (não publicado).
- ORSELLI, L.; SILVA, J. T. N.; 1988. *Contribuição ao Estudo do Balanço Hídrico em Santa Catarina*. Depto. Geociências da UFSC/Curso de Mestrado em Geografia da UFSC. n.p.
- PELLERIN, J.; VIEIRA, A. F. G.; LIMA, M. do S. L.; ESTEVES, M. B. 1997. *Análise tridimensional da cobertura pedológica de uma pequena depressão fechada: Município de Biguaçu/Santa Catarina/Brasil*. VI Encontro de Geógrafos de América Latina "Territórios em Redefinição - Lugar y Mundo en América Latina". Comisión Organizadora Nacional/Instituto de Geografía/Facultad de Filosofía y Letras/ Universidad de Buenos Aires. CD-ROM Actas de trabajos presentados - Sesiones Temas Libres 1/nº 759. 17 al 21 de marzo, Buenos Aires.
- QUEIROZ NETO, J.P. de. 1988. *A análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil*. In.: A responsabilidade social da ciências do solo. Coord. Antônio C. Moniz, A M.C. Furlani, P.R. Furlani, S.S. Freitas - XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 416-429.
- REICHARDT, K.; 1978. *A água na produção agrícola*. Ed. McGrae-Hill do Brasil. São Paulo. 119 p.
- REITZ, R. 1988. *Alto Biguaçu - narrativa cultural tetrarracial*. Ed. da UFSC e Ed. Lunardelli. Florianópolis.
- RUELLAN, F.; 1953. *O papel das Encurruadas no modelado do Relevo Brasileiro*. Boletim Paulista de Geografia nº. 13 e 14 de março e julho. São Paulo.
- RUELLAN, A. 1988. *Contribuição das pesquisas em zona tropical ao desenvolvimento da Ciência do Solo*. In.: A responsabilidade social da ciências do solo. Coord. Antônio C. Moniz, A M.C. Furlani, P.R. Furlani, S.S. Freitas - XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 405- 415.
- RUHE, R.; 1975. *Geomorphology - Geomorphic Processes and Superficial Geology*. Houghton Mifflin Company, Boston - USA. 246 p.
- SALOMÃO, F.X. T. 1994. *Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural*. São Paulo. USP/ FFLCH/Depto. Geografia (tese de Doutorado) 200 p.
- SANTOS, P. de S.; 1989. *Ciência e Tecnologia de Argilas* .2ª Ed. - vol. 1. Ed. Edgard Blucher Ltda. São Paulo. 185p

- SBCS/NÚCLEO REG. SUL/COMISSÃO FERT. SOLO - RS/SC, 1995. *Recomendações de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 3ª Ed. SBCS. Passo Fundo. p. 13-51.
- SCHEIBE, L. F. 1986. *A geologia de Santa Catarina - Sinopse Provisória*. Rev. Geosul, nº1, 1º semestre. Ed. da UFSC. Florianópolis. P. 7-38.
- VAN NOORT, F.; 1984. *Géometrie de l'espace poral, comportement hydrique et pedogenèse*. Thèse pour obtenir le titre de Docteur. Institut National Agronomique Paris - Grignon. . Paris. 381 p.
- VIEIRA, L. S.; SANTOS, P.C.T.C. dos; VIEIRA, M. N. F. 1988. *Solos: propriedades, classificação e manejo*. MEC/ABEAS - Programa de Agricultura nos Trópicos - vol. 2. Brasília. 154 p.
- WIDIATMAKA, P. THIBAUD; 1990. *Analyse Structurale d'un Versant Granitique (Massif de Quintin, Bretagne) - Approches macroscopique, microscopique et physico-hydrique*. SDS 1 nº 418, Septembre. Ecole National Superieure Agronomique de Rennes/INRA. Rennes. p.31-77.
- WINTER, E. G.; 1976. *A água no solo e a Planta*. Ed. EPU/EDUSP. São Paulo. p. 43-73.
- WOLFF, R.Á. 1995. *Recursos naturais e pequena produção rural em Sorocaba de Dentro e Amâncio (Biguaçu - SC)*. Tese de Mestrado (não publicada). Curso de Mestrado em Geografia/UFSC. Florianópolis. 151 p.
- WUTKE, A c. P.; CAMARGO, O A de; 1972. *Adsorsão de Troca iônica*. In.: Elementos de Pedologia. Coord. A C. Moniz. Cap. 11. Ed. Polígono e Ed. da USP. São Paulo. p. 125 - 147.

# **ANEXOS**

# Prancha 1 - Representação bidimensional da toposequência convexo-côncava.



## LEGENDA

- 1 Horizonte Bruno Cinzento Escuro a Bruno Amarelado Escuro (10YR 4/2, 3/2, 3/3, 3/4), com manchas brunadas que acompanham as raízes, textura argilosa, com muita areia fina e fragmentos de quartzo.
- 1A Transição por interpenetração entre os horizontes Bruno Cinzento Escuro a Bruno Amarelado.
- 2 Horizonte Bruno Amarelado (10YR 5/4 a 5/8), com manchas avermelhadas; textura argilosa com fragmentos de quartzo.
- 2A Horizonte Bruno Amarelado com Hidromorfia, com muitas manchas avermelhadas; textura argilo-arenosa.
- 3 Horizonte Bruno Vivo (7.5YR 5/6, 5/8), com manchas amarelo brunadas e vermelhas; nódulos vermelhos; textura argilosa com fragmentos de quartzo.
- 4 Horizonte Amarelo Brunado (10YR 6/4, 6/6 e 7/4), mosqueado; textura argilosa com areia grosseira.
- 5 Horizonte Cinza Claro a Oliva, Gleyzado (5Y 5/3 a 7/1), com manchas avermelhadas numerosas: muito úmido; textura argilo-arenosa com areia grosseira.
- 5A Horizonte Cinza Claro a Oliva - Gleyzado - com hidromorfia, variação do horizonte Cinza Claro a Oliva - Gleyzado, com mais manchas avermelhadas, de cor bruna e amarelada, bastante úmido ou saturado.
- 5B Horizonte Cinza Claro a Oliva, Gleyzado - com reliquias da rocha alterada, manchas abundantes de hidromorfia e fragmentos de feldspato alterado.
- 6 Horizonte Bruno Amarelado de Profundidade (10YR 5/6, 5/8), com manchas avermelhadas e acinzentadas; textura argilosa, com muita areia, cascalho e seixos de quartzo.
- 7 Horizonte Variado com Relíquias da Rocha, branco, amarelo-brunado, amarelo avermelhado, com reliquias da rocha conservada.
- 7A Horizonte Vermelho com Relíquias da Rocha, cor violácea (2YR).
- Horizonte Vermelho Amarelado (5YR 5/8), não homogêneo, com manchas amarelas, textura argilosa com areia grossa limpa e muitos fragmentos de quartzo.
- 7B Horizonte Vermelho (2.5 YR 5/8), não homogêneo com manchas amarelo-brunadas que aumentam em profundidade, textura argilosa com fragmentos de quartzo de 1 a 2 cm; praticamente seco.
- 8 Rocha Alterada, migmatito alterado, cor variegada com dominância do vermelho (10R 4/6), com manchas amarelo brunadas.

## ESCALA:



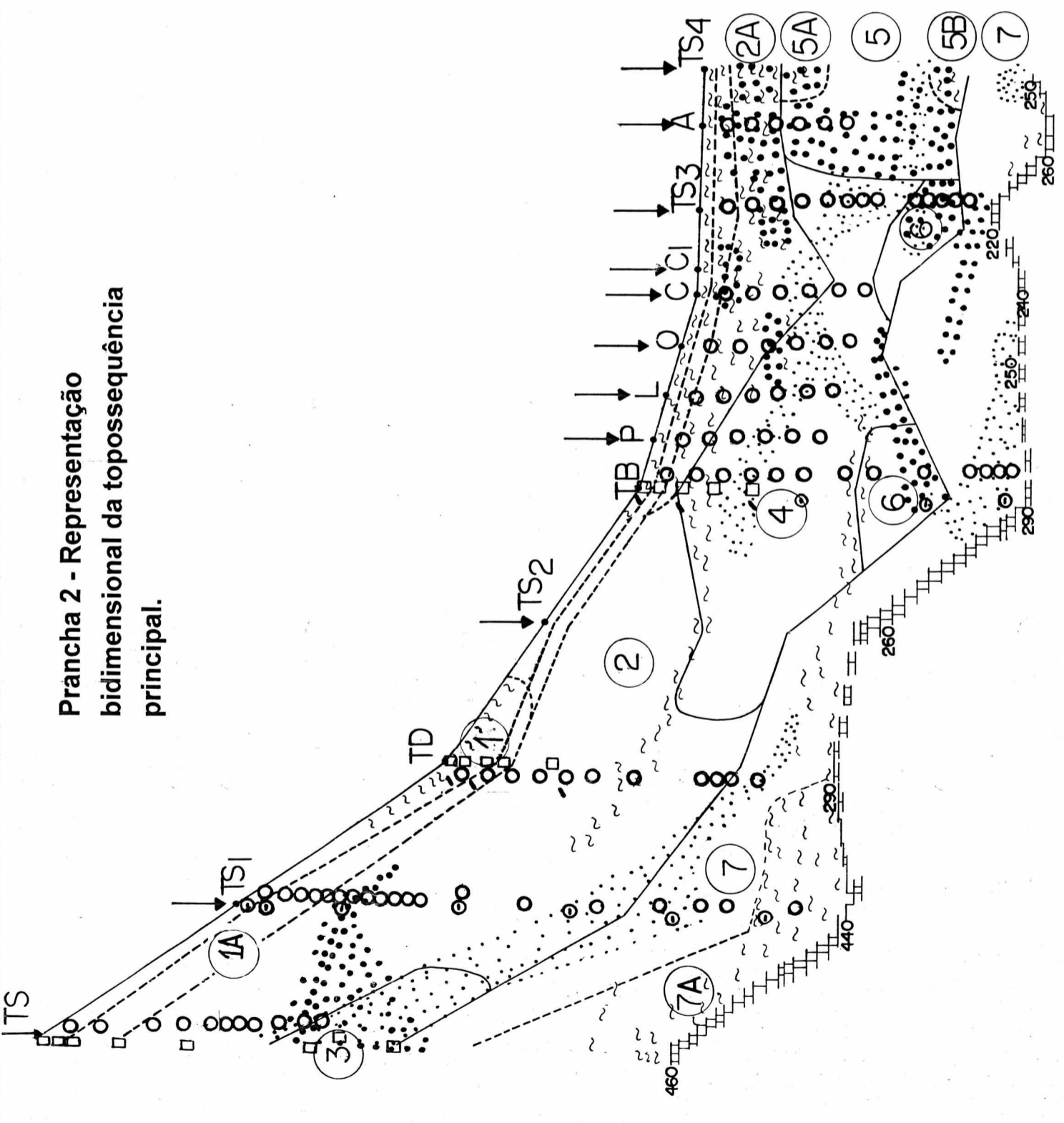
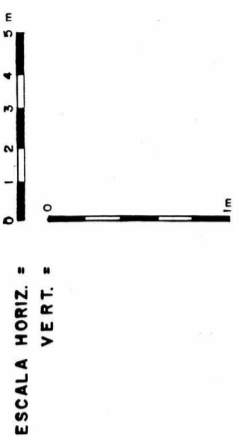
- Manchas de Hidromorfia
- Material Sêco ao Tato
- Manchas Avermelhadas
- Sondagem com Trado

## Prancha 2 - Representação bidimensional da topossequência principal.

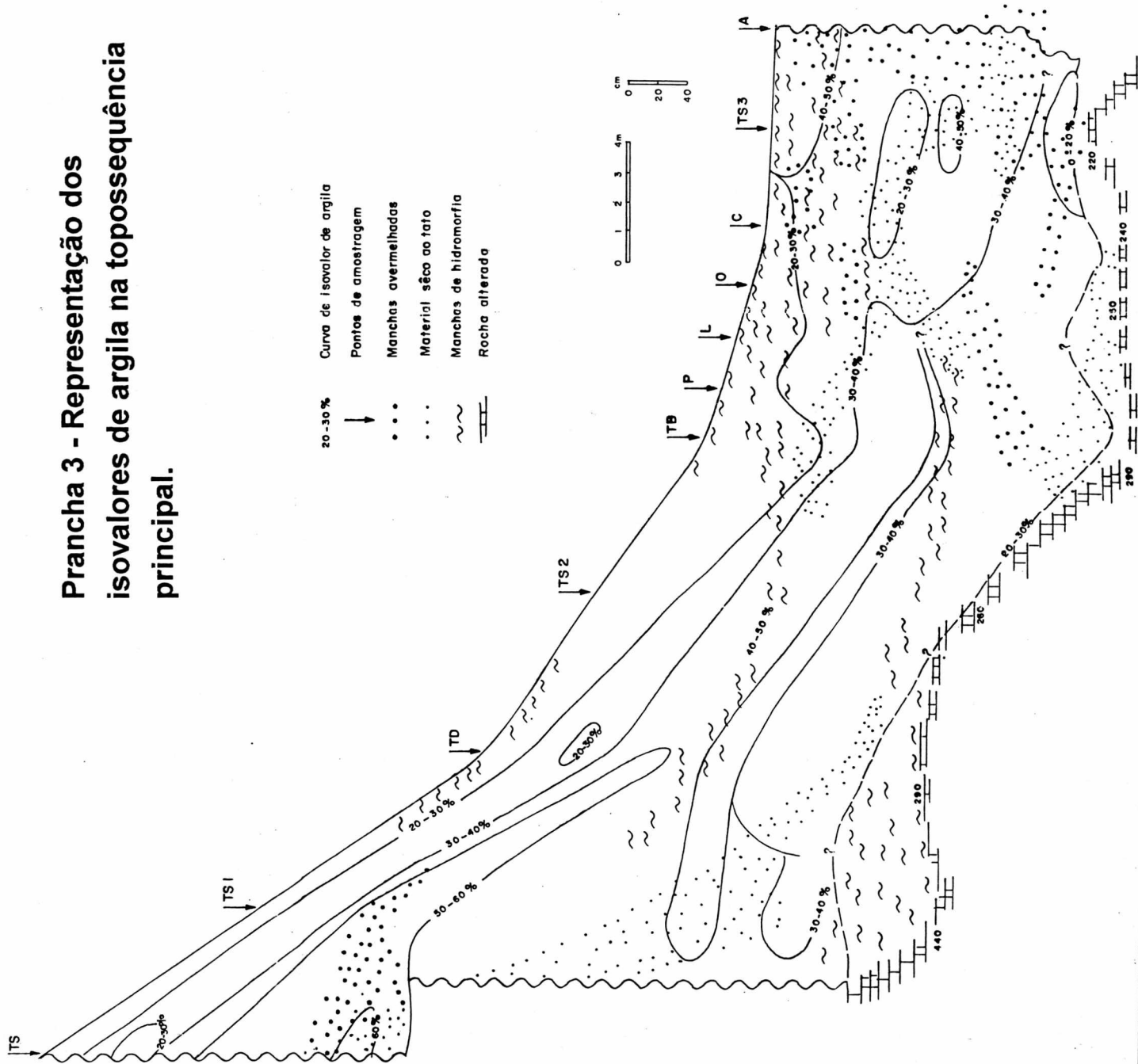
### LEGENDA

- 1 - Horizonte Bruno Cinzento Escuro a Bruno Amarelado Escuro (10YR 4/2, 3/2, 3/3, 3/4), com manchas brunadas que acompanham as raízes, textura argilosa, com muita areia fina e fragmentos de quartzo.
- 1A - Horizonte de transição por interpenetração de formas tubulares grosseira e fragmentos de quartzo; transição inferior plana e progressiva.
- 2A - Horizonte Bruno Amarelado com Hidromorfia, (10YR 5/4 a 5/8), maior teor de umidade e sinais de hidromorfia, mosqueamento acinzentado (10 YR 4/2) e amarelado (10YR 6/6) com muitas manchas avermelhadas; textura argilo-arenosa sem areia grosseira.
- 3 - Horizonte Bruno Vivo (7,5YR 5/6, 5/8), com manchas amarelo brunadas e vermelhas difusas; nódulos vermelhos e impregnações pretas, seco ao tato; textura argilosa com fragmentos de quartzo e cascalho; transição inferior plana e gradual.
- 4 - Horizonte Amarelo Brunado (10YR 6/4, 6/6, 6/8 e 7/4), mosqueado em tons cinza e amarelo (2,5 YR 6/4 a 6/6, 10YR 6/8); muito úmido porcm com camadas de material seco ao tato; textura argilosa com areia grosseira.
- 5 - Horizonte Cinza Claro a Oliva, Gleyzado (5Y 5/3 a 7/1), com manchas avermelhadas numerosas; muito úmido; textura argilo-arenosa com areia grosseira.
- 5A - Horizonte Cinza Claro a Oliva - Gleyzado - com hidromorfia, variação do horizonte Cinza Claro a Oliva - Gleyzado, com muitas manchas avermelhadas e de hidromorfia de cor bruna e amarelada; bastante úmido ou saturado.
- 5B - Horizonte Cinza Claro a Oliva, Gleyzado - com reliquias da rocha alterada, manchas abundantes de hidromorfia brunadas e amareladas, rico em seixos e fragmentos de feldspato alterado.
- 6 - Horizonte Bruno Amarelado de Profundidade (10YR 5/6, 5/8), com manchas avermelhadas e acinzentadas; textura argilosa, com muita areia, cascalho e seixos de quartzo.
- 7 - Horizonte Variado com Relíquias da Rocha, branco, amarelo-brunado, amarelo avermelhado, com reliquias da rocha conservadas; manchas de hidromorfia no contato com a rocha alterada; textura arenosa, com cascalhos.
- 7A - Horizonte Vermelho com Relíquias da Rocha, cor violácea (2,5YR).

- Manchas Avermelhadas
- Material Seco ao Tato
- ~ Manchas de Hidromorfia
- ~ Sondagem com Trado
- Rocha Alterada
- Amostras para Micromorfologia
- Amostras para Mineralogia
- Amostras para Granulometria
- Amostras para Porosimetria à Mercúrio

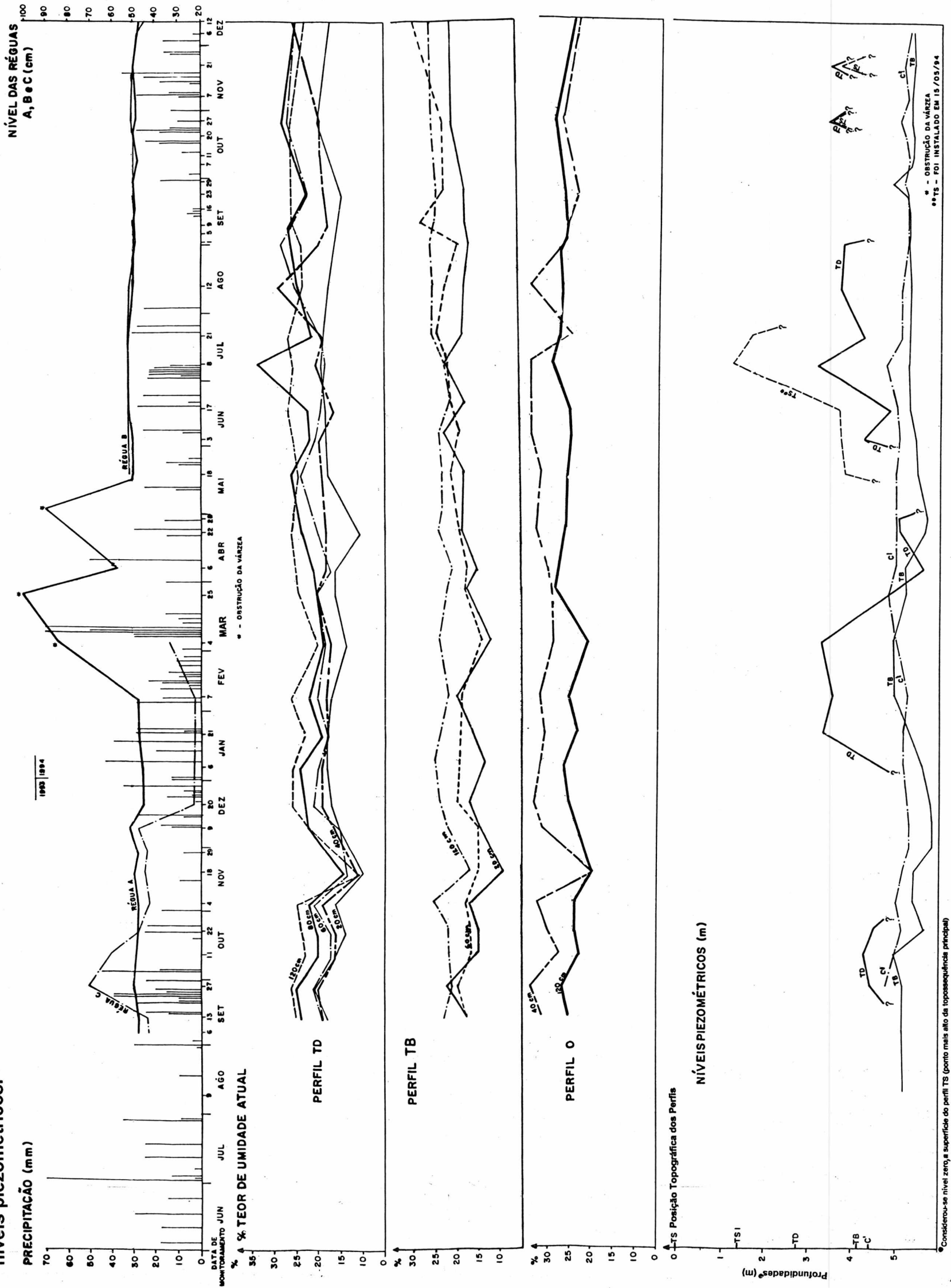


# Prancha 3 - Representação dos isovalores de argila na topossequência principal.





Prancha 4 - Representação gráfica da precipitação, dos níveis de água da várzea e depressão, dos percentuais do teor de umidade atual dos perfis TD, TB, O, e dos níveis piezométricos.



OBSTRUÇÃO DA VÁRZEA  
FOI INSTALADO EM 15/05/84