

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ALAN CHARLES FONTANA

**A cobertura pedológica e suas relações com a gênese das  
depressões no terraço Taquarussu, MS, Brasil**

Maringá  
2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ALAN CHARLES FONTANA

**A cobertura pedológica e suas relações com a gênese das depressões no terraço Taquarussu, MS, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Teresa de Nóbrega  
Co-orientador: Prof. Dr. José Cândido Stevaux

Maringá  
2009

"Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)"  
(Biblioteca Setorial - UEM. Nupélia, Maringá, PR, Brasil)

F679c Fontana, Alan Charles, 1984-  
A cobertura pedológica e suas relações com a gênese das depressões no  
terraço Taquarussu, MS, Brasil / Alan Charles Fontana. -- Maringá, 2009.  
118 f. : il. (algumas color.)  
Dissertação (mestrado em Geografia)--Universidade Estadual de  
Maringá, Dep. de Geografia, 2009.  
Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Teresa de Nóbrega.  
Co-Orientador: Prof. Dr. José Cândido Stevaux.  
1. Solos - Sistemas - Micromorfologia - Depressões - Taquarussu, Terraço -  
Mato Grosso do Sul - Brasil. 2. Latossolo. 3. Planossolo. 4. Argissolo. I.  
Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia. Programa de  
Pós-Graduação em Geografia.

CDD 22. ed. -631.498171  
NBR/CIP - 12899 AACR/2

# FOLHA DE APROVAÇÃO

ALAN CHARLES FONTANA

## **A cobertura pedológica e suas relações com a gênese das depressões no terraço Taquarussu, MS, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Ciências Humanas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia e a comissão julgadora composta pelos membros:

### COMISSÃO JULGADORA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Teresa de Nóbrega  
Universidade Estadual de Maringá - UEM (Presidente)

Prof. Dr. Hélio Silveira  
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Prof. Dr. José Edézio da Cunha  
UNIOESTE - Marechal Cândido Rondon

Aprovada em: 28 de agosto de 2008

Local da defesa: Auditório do PGE, Bloco H-12, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

À minha família.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser Deus.

A professora Maria Teresa de Nóbrega, pela orientação, ensinamentos, atenção, paciência e também pela confiança depositada.

Ao professor José Cândido Stevaux, pela viabilização da realização do estudo, que encontra-se ligado ao seu projeto de pesquisa.

Aos professores Hélio Silveira, Paulo Nakashima, Nelson Vicente Lovatto Gaspareto, pelos ensinamentos e contribuições para o desenvolvimento desse estudo.

Ao professores Miguel Cooper, Departamento de Solos e Nutrição de Plantas (USP/Esalq); Cássio Tormena e Antônio Carlos da Costa ambos do Departamento de Agronomia (UEM), por me aceitarem como aluno não regular em suas disciplinas dos programas de pós-graduação e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao professor Mauro Parolin, pela presteza e grande auxílio durante os trabalhos de campo.

A Ivaldete Gôngora, técnica do laboratório de Pedologia do Departamento de Geografia, pelo auxílio nos procedimentos laboratoriais das análises físicas do solo.

Ao Dirceu e Sandra, técnicos, e a Fernanda, estagiária do Laboratório de Agroquímica do Departamento de Química, pela disposição em ensinar e auxiliar nas análises químicas dos solos.

Ao programa de Pós-Graduação em Geografia por todo auxílio quando necessário, principalmente a Cida, pelos auxílios com as partes burocráticas.

A Fabiana Cristina Meira Zaparoli e Rafaela Harumi Fugita, pelo auxílio nas mais diversas horas e que me acompanharam em alguns momentos de incertezas.

A todos do Grupo Multidisciplinar de Estudos do Ambiente - GEMA, professores e alunos de graduação e pós-graduação.

As pessoas com quem convivi durante os dias que estive na Esalq, em especial ao Miguel, Raul, Raphael, Vanda, Fabricio.

A Viviane e família por terem me acolhido de forma surpreendente e excepcional durante o período em que estava fazendo a disciplina de Micropedologia na Esalq.

A todos os companheiros e companheiras do mestrado, dos vários programas pelos quais transitei, que em diversas ocasiões contribuíram, ora com dicas, ora com momentos de descontração, os quais não nomearei para não correr o risco de esquecer de alguém.

Ao pessoal do Ministério Universidades Renovadas, porque foram durante esse período minha família aqui em Maringá, com quem pude partilhar momentos alegres e descontraídos e também de tensão e angústia.

Aos amigos e amigas sempre...

A minha família pelo apoio incondicional.

Todos vocês serão sempre muito importantes para mim, obrigado por fazerem parte da minha história e marcarem a minha vida.



*“Senhor, ensina-me o que tenho de ensinar.  
Ensina-me o que ainda tenho que aprender.  
Ensina-me a conhecer tua vontade e sabedoria para pô-la em prática”.*

Santo Agostinho

# **A cobertura pedológica e suas relações com a gênese das depressões localizadas no terraço Taquarussu, MS, Brasil**

## **RESUMO**

No sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul, próximo a calha do rio Paraná, em uma superfície de aproximadamente 2300km<sup>2</sup>, denominada terraço Taquarussu, constituída por materiais arenosos de depósitos colúvio-aluvial, que apresenta uma grande quantidade de depressões, a maioria delas com água. Como ainda persistem controvérsias sobre a origem e evolução dessas depressões fechadas, a metodologia da análise estrutural da cobertura pedológica foi aplicada, no entorno da depressão que forma a lagoa Dos 32, no intuito de se buscar evidências denunciadoras de mecanismos internos nos solos, considerando simultaneamente processos pedogenéticos. A partir do levantamento da cobertura pedológica dois sistemas foram identificados, um formado por Latossolo-Argissolo-Planossolo e outro por Planossolo-Gleissolo. No sistema pedológico Latossolo-Argissolo-Planossolo foram encontradas evidências, tanto morfológicas, como analíticas, da mobilização de material no interior da cobertura pedológica. Com a micromorfologia foram identificadas feições texturais de preenchimento e revestimentos nos volumes que apresentam teores de argila mais elevados; mudanças na coloração do material fino próximo à parede de poros tubulares verticais e; perda de material nos horizontes superficiais Ap e E em direção a jusante. A condutividade hidráulica saturada dos solos revelaram níveis que geram impedimento ou retardamento na permeabilidade que corresponde aos horizontes que apresentam feições de preenchimento e revestimentos de poros. O sistema pedológico Planossolo-Gleissolo, foi estudado em menor detalhe, porém revela a remoção da argila da cobertura de forma mais intensa, o que demonstra uma dinâmica mais agressiva na retirada do material fino do interior da cobertura pedológica em um pequeno divisor entre duas lagoas. A partir dos indícios levantados, percebe-se a participação dos processos pedogenéticos, sobretudo na ampliação das lagoas, mas indica também a necessidade de estudos mais aprofundados para esclarecimento da gênese e evolução dessas depressões.

**Palavras-chaves:** Sistema pedológico. Depressões. Micromorfologia. Terraço Taquarussu.

# **The pedological cover and its relationship to the genesis of the depressions of the Taquarussu terrace, MS, Brazil**

## ***ABSTRACT***

In the southeast of Mato Grosso do Sul state, next to Parana river gutter, in a surface of about 2300km<sup>2</sup>, called Taquarussu terrace, constituted by sandy materials of colluvio-alluvial deposit, that have a lot of depressions, most of them with water. As controversy about the origin and evolution of these depressions still persists, the methodology of the pedologic cover structural analysis were applied, on the around of the depression that forms the lagoon Dos 32, with the aim of finding evidences demonstrating the internal mechanisms in soil, considering both pedogenetic and morphogenetic processes in the origin and evolution of these forms. From the survey of the pedological cover, two systems were identified, one of them constituted by Latosol-Argisol-Planosol and another one by Planosol-Gleisol. In the pedologic system Latosol-Argilosol-Planosol evidences were found, both morphological and analytical of the mobilization of material within the pedologic coverage. With the micromorphology, textural features of filling and covering were identified in the volumes that have higher levels of clay; changes in the color of the thin material next to the wall of tubular vertical void and; loss of material in the surface horizons Ap and E toward the downstream. The saturated hydraulic conductivity of soil showed levels that create impediment and delay of pores. The pedologic system Planosol-Gleisol demonstrates a more aggressive dynamic in the removal of fine material within the pedologic cover in a small divider between two lagoons. From the evidences collected, it's possible to find the participation of the pedogenetics processes, especially in the expansion of the lagoons, but it also indicates the need for further studies to clarify the genesis and evolution of these depressions.

***Keywords:*** Pedologic system. Depressions. Micromorphology. Taquarussu terrace.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Hipótese interpretativa do funcionamento do sistema de transformação dos Latossolos em Espodosolos (LUCAS, 1989).....	19
<b>Figura 2.</b> Localização da área de estudo, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	22
<b>Figura 3.</b> Localização da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	23
<b>Figura 4.</b> Localização das topossequências de solo no entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	24
<b>Figura 5.</b> Compartimentação geomorfológica da área (Adaptado de STEVAUX, 1993).....	27
<b>Figura 6.</b> Bloco diagrama representando um trecho da margem direita do rio Paraná entre a barragem da UHE Engenheiro Sérgio Mota e a foz do rio Ivinhema (STEVAUX et al., 2004).....	27
<b>Figura 7.</b> Imagem mostrando o aspecto geral da Unidade Taquarussu, MS, Brasil (GOOGLE, 2008).....	29
<b>Figura 8.</b> Imagem mostrando o aspecto geral da subunidade Rio Ivinhema, MS, Brasil (GOOGLE, 2008).....	29
<b>Figura 9.</b> Mapa de solos da margem direita do rio Paraná nas proximidades da área de estudo.....	31
<b>Figura 10.</b> Método de implantação das tradagens num estudo de um segmento da transecção (BOULET, 1988).....	33
<b>Figura 11.</b> Topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	47
<b>Figura 12.</b> Distribuição granulométrica das sondagens ao longo da topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	50
<b>Figura 13.</b> Isolinhas de argila da topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	51
<b>Figura 14 .</b> Isolinhas de silte fino da topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	52
<b>Figura 15 .</b> Isolinhas de areia fina da topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	54
<b>Figura 16.</b> Isolinhas de areia grossa da topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	55
<b>Figura 17.</b> Isolinhas de argila natural da topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	57
<b>Figura 18.</b> Isolinhas do grau de floculação da topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	58
<b>Figura 19.</b> Condutividade hidráulica e provável circulação hídrica na topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	61

<b>Figura 20.</b> Densidade do solo por horizontes dos perfis da topossequência de solos I da margem da lagoa dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	62
<b>Figura 21.</b> Porosidade do solo (total, macro e micro) para os solos da topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	64
<b>Figura 22.</b> Prancha 1 com fotomicrografias dos volumes 4 ( $Bw_3$ e $Bw_2$ ) e 3 ( $Bw_1$ ), da topossequência de solos I da margem da lagoa Dos 32.....	71
<b>Figura 23.</b> Prancha 2 com fotomicrografias dos volume 2 (horizontes transicionais AB e BA), da topossequência de solos I da margem da lagoa Dos 32.....	74
<b>Figura 24.</b> Prancha 3 com fotomicrografias dos volumes 1 ( $Ap$ ) e 7 ( $Bt_2$ e $Btg_2$ ), da topossequência de solos I da margem da lagoa Dos 32.....	78
<b>Figura 25.</b> Prancha 4 com fotomicrografias dos volumes 6 ( $Bt_1$ ) e 5 (E e EA), da topossequência de solos I da margem da lagoa Dos 32.....	81
<b>Figura 26.</b> Prancha 5 com fotomicrografias do volume 8 ( $Btg_1$ , $Btg$ e BE), da topossequência de solos I da margem da lagoa Dos 32.....	84
<b>Figura 27.</b> Topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	86
<b>Figura 28.</b> Distribuição granulométrica das sondagens ao longo da topossequência de solos II do entorno da lagoa dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	88
<b>Figura 29.</b> Isolinhhas de argila da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	89
<b>Figura 30.</b> Isolinhhas de silte fino da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	89
<b>Figura 31.</b> Isolinhhas de areia fina da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	90
<b>Figura 32.</b> Isolinhhas de areia grossa da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	90
<b>Figura 33.</b> Isolinhhas de argila natural da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	91
<b>Figura 34.</b> Isolinhhas do grau de floculação da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	92

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Classes de partículas de solo de acordo com o diâmetro.....	36
<b>Tabela 2.</b> Classes de permeabilidade para solos saturados e as escalas correspondentes de condutividade hidráulica e permeabilidade (O'NEAL, 1952 apud KLUTE, 1965).....	38
<b>Tabela 3.</b> Classes de reação do solo em água (EMBRAPA, 2006).....	41
<b>Tabela 4.</b> Classes de reação do solo em CaCl <sub>2</sub> (FERREIRA et al., 1990).....	41
<b>Tabela 5.</b> Valores da relação silte/argila para os pontos amostrados das 14 sondagens realizadas na topossequência I da margem da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	59
<b>Tabela 6.</b> Dados de pH em H <sub>2</sub> O e CaCl <sub>2</sub> , soma de bases (Valor S), capacidade de troca catiônica (Valor T) e saturação por bases (Valor V) dos horizontes dos perfis de solo descritos na topossequência I da margem da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	65
<b>Tabela 7.</b> Valores da relação silte/argila para os pontos amostrados das 5 sondagens realizadas na topossequência II da margem da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil.....	92

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	15
1.1 Evolução do revelo nos trópicos quentes e úmidos.....	15
1.2 Relação entre pedogênese e geomorfogênese.....	17
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
2.1 Localização e caracterização da área de estudo.....	21
2.2 Procedimentos metodológicos.....	32
2.2.1 <i>Análise estrutural da cobertura pedológica</i> .....	32
2.2.2 <i>Análise morfológica dos solos</i> .....	33
2.2.3 <i>Análises físicas dos solos</i> .....	35
2.2.4 <i>Análises químicas dos solos</i> .....	40
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	46
3.1 Sistema pedológica da topossequência de solos I.....	46
3.1.1 <i>Macromorfologia</i> .....	46
3.1.2 <i>Características analíticas</i> .....	49
3.1.3 <i>Micromorfologia</i> .....	69
3.2 Sistema pedológico da topossequência de solos II.....	86
3.3 A dinâmica da cobertura pedológica.....	93
<b>CONSIDERAÇÕES</b> .....	97
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	99
<b>APÊNDICES</b> .....	103

## INTRODUÇÃO

A teoria de evolução do relevo conhecida como etchplanação reconhece a ação dos processos químicos no regolito e sua importância na elaboração e evolução das formas de relevo, contrariando, portanto, a idéia de geomorfogênese como sinônimo de processo mecânico (FURQUIM, 2002).

A teoria da etchplanação vem procurando especificar o papel do intemperismo como sendo um dos fatores que interferem na dinâmica e nas propriedades morfológicas desenvolvidas em ambiente tropical quente e úmido ou mesmo contrastado (VITTE, 2001, 2005). Ainda, segundo o mesmo autor, a teoria da etchplanação associada ao princípio dos sistemas de transformação, procura romper com uma explicação mecanicista do relevo, incorporando efetivamente a dialética penckiana como motriz da construção morfológica da crosta e de suas diferenciações espaciais.

Por meio dos mecanismos de dissolução, hidrólise e lixiviação, a pedogênese promoveria a transformação dos produtos da alteração, sendo o motor dos fenômenos de aplainamento em zonas de desequilíbrio pedobioclimático, com a separação entre o plasma e o esqueleto no interior da cobertura pedológica (BOULET et al., 1977 apud VITTE, 2001).

No sudeste do estado do Mato Grosso do Sul, é possível que o processo de etchplanação esteja atuando sobre o Terraço Taquarussu (STEVAUX, 1993), que apresenta uma grande quantidade de depressões fechadas, com água e/ou secas. Além das depressões, outro fato que evidencia a atuação do processo de etchplanação na área é a mudança de coloração do solo quando se aproxima das bordas das depressões, adquirindo coloração mais clara do que no entorno, verificando-se essa variação até mesmo pela coloração dos cupinzeiros existentes na área.

Sobre a origem e o processo de formação e evolução dessas depressões fechadas, ainda persistem controvérsias. Stevaux (1993) sugere como gênese dessas formas processos pseudocársticos, ou ainda, como o resultado de assoreamento de antiga rede de drenagem. Por outro lado, Ferreira (1997) refuta a hipótese de processos pseudocársticos e atribui origem fluvial às depressões. Contudo, Parolin (2006), ao fazer identificação das esponjas contidas na sequência sedimentar de uma dessas



depressões com água identificou apenas espécies de esponjas típicas de lagoa de cerrado; a presença delas no depósito lacustre revela a ausência de ambientes lóticos na gênese de algumas dessas lagoas.

Como existem contradições quanto a gênese dessas depressões, o presente estudo objetiva contribuir com o esclarecimento da origem dessas formas, a partir da busca de evidências da atuação da etchplanação, sendo este um enfoque ainda não explorado na área, uma vez que os estudos acima citados estão mais relacionados com a sedimentologia e geomorfologia fluvial, não considerando os processos pedogenéticos.

Esta pesquisa tem como objetivo geral, compreender a organização da cobertura pedológica nas áreas de concentração das depressões fechadas, desenvolvidas sobre o terraço Taquarussu, de origem colúvio-aluvial. Para atender tal objetivo, buscou-se caracterizar o sistema pedológico, utilizando-se da metodologia da análise estrutural da cobertura pedológica e de análises e determinações analíticas dos solos. A caracterização da cobertura pedológica pelo método da análise estrutural da cobertura pedológica e a busca de feições macromorfológicas e micromorfológicas dessa cobertura pedológica que evidenciem a atuação de processos geoquímicos e mecânicos responsáveis pela perda de volume dos materiais, e, portanto, por uma modificação do modelado, formando depressões de formas circulares a alongadas sobre o Terraço Médio, no sudeste do estado do Mato Grosso do Sul, são os objetivos específicos do presente estudo.

## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 Evolução do relevo nos trópicos quentes e úmidos

Há muito tempo que cientistas têm observado que algumas formas das paisagens onde ocorre a exposição do embasamento rochoso originaram-se na base da alteração e Wayland<sup>1</sup> e Willis<sup>2</sup> aplicaram o termo “etch” para os planaltos orientais africanos que são resultado de uma remoção erosiva do regolito e exposição de blocos de rochas sãs sobre o material alterado (TWIDALE; MUELLER, 1988). Estudos mais detalhados têm revelado que o relevo tropical é controlado por contínuos mecanismos formadores do relevo e que são responsáveis pela criação de extensas superfícies de característica erosiva (*Etchplain*) (BÜDEL, 1982).

A habilidade para criar *etchplains* em áreas tectonicamente estáveis ou somente em blocos fracamente soerguidos é característica geomorfológica dominante nos trópicos com estações contrastadas, acontecendo onde a estação chuvosa dura de seis a nove meses, atuando também de forma mais discreta em áreas com estação chuvosa de quatro a seis meses (BÜDEL, 1982). Ainda segundo esse mesmo autor, para que ocorresse a etchplanação nos trópicos úmidos seria necessária que quatro condições: a existência de Latossolos; perfis de solo homogêneo, indicando evolução dinâmica; transição delgada entre a rocha e o material alterado e; profunda e generalizada zona de decomposição da rocha.

As formas de etch envolvem dois estágios. Segundo Twidale e Mueller (1988) o primeiro estágio envolve o intemperismo subsuperficial, com formação de regolito e desenvolvimento do front de alteração, onde os processos relacionados à presença de água como dissolução, hidrólise e hidratação são predominantes, e, o segundo a remoção do regolito expondo a frente de alteração. Esses estágios são

---

<sup>1</sup> WAYLAND, E.J. Peneplains and some erosional landforms. **Geological Survey of Uganda Annual Report Bulletin**, 1: 77-79, 1934.

<sup>2</sup> WILLIS, B. East African plateaus and rift valleys. In: **Studies in Comparative Seismology**. Washington: Carnegie Institute. Publication 470, 1936.

correspondentes aos propostos por Büdel<sup>3</sup> na teoria da dupla superfície de planação.

Deve ser ressaltado que nem toda erosão ou formas de exposição do embasamento são do tipo etch. O embasamento, resistindo ao tempo produz um regolito mais ou menos espesso, abaixo do qual a umidade e o fluxo de água desenvolvem um conjunto distinto de formas, destacando que a associação entre intemperismo e erosão ocorre muito mais comumente na formação das paisagens do que os geomorfólogos supõem (TWIDALE; MUELLER, op cit.).

BÜDEL (1982) destaca ainda que o intemperismo químico pode conduzir até mesmo para uma completa transformação da rocha mãe, onde, uma parte do material é removida em solução e, a outra parte, composta predominantemente por grãos de quartzo, é preservada por muito tempo como material residual. Porém, ressalta que a maioria apresenta transformação gradual em compostos minerais distintos devidos a processos de transformações químicas acompanhados de processos de mobilização e redeposição no solo sob condições de calor e disponibilidade de água.

A etchplanação desenvolve-se mais comumente em áreas tectonicamente estáveis, que permitem um tempo maior para o desenvolvimento do regolito e para o intemperismo basal e, devido à esse tempo, admite-se que as formas de etch são bi-temporais ou poligênicas, fazendo com que os processos ativos à superfície do solo, em grande parte, sejam irrelevantes para nossa compreensão e interpretação dessas formas (TWIDALE; MUELLER, 1988).

Porém, Thomas (1994) apresenta que as principais evidências do abaixamento das paisagens são: o acúmulo de ferro, níquel e outros metais pesados no perfil de intemperismo; acúmulo de seixos nos interflúvios e nas altas vertentes; abaixamento não-abrasivo do fundo dos vales fluviais por etching e perda de finos e solutos pela drenagem; ferrólise das argilas em ambiente hidromórfico com formação de areias brancas e; dissolução da rocha e formação de depressões cársticas em terreno cristalino.

---

<sup>3</sup> BÜDEL, J. Die "doppelten Einebnungsflächen" in den feuchten Tropen. **Z. Geomorph. N. F.**, 1: 201-288, 1957.

O mesmo autor ao tratar das características de perfis de alteração em áreas de etchplanação dinâmica apresenta entre outros o perfil de colapso, que ocorre quando o solo ferralítico sofre hidromorfia e o  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{SiO}_2$  são lixiviados, transformando-os em podzóis (VITTE, 2005).

A teoria da etchplanação procura destacar o papel do intemperismo e sua associação com a estrutura, a litoestrutura e as variações climáticas no desenvolvimento das formas de relevo, particularmente nas regiões tropicais quentes e úmidas (VITTE, 2001) e embora tenha sido tratada de forma pouco detalhada as noções de cobertura pedológica e de sistemas de transformação podem auxiliá-las nas análises geomorfológicas dentro da teoria da etchplanação (VITTE, 2005).

## **1.2 Relação entre pedogênese e geomorfogênese**

A metodologia da análise estrutural é um importante instrumento para se entender a gênese e dinâmica da cobertura pedológica, uma vez que se analisa de forma detalhada a sua organização vertical e lateral, no tempo e no espaço, do topo até a base da vertente (BOULET et al., 1982a; BOULET, 1992; SOUBIÉS; CHAUVEL, 1984-1985).

Essa mesma análise permite avaliar as frequentes redistribuições internas de materiais ao longo da vertente, consideradas importantes na evolução do relevo (BOULET, 1992), com os sistemas de transformação, nos quais uma cobertura pedológica inicial se transforma em outra cobertura com organização e dinâmicas distintas (BOULET et al., 1984).

Como exemplos de evolução do modelado através de processos pedogenéticos tem-se estudos na Costa do Marfim (HUMBEL, 1964), na região amazônica ao norte de Manaus (LUCAS et al., 1984; LUCAS, 1989), na região sudeste do Brasil, na bacia de Taubaté (FILIZOLA, 1993; FILIZOLA e BOULET, 1993; 1996) e também, na depressão periférica paulista na região de São Pedro (FURQUIM, 2002).

Humbel (1964) estudou a existência de uma série de depressões circulares na região litorânea da Costa do Marfim, sobre um platô constituído de material areno-

argiloso a argiloso (domínio de areia grossa), para o qual tem sido atribuída uma origem sedimentar fluvio-lagunar. Cabe destacar que o clima da região é equatorial caracterizado por uma precipitação anual superior aos 2000mm, com duas estações chuvosas intercaladas por períodos secos, apresentando temperatura média de 25°C.

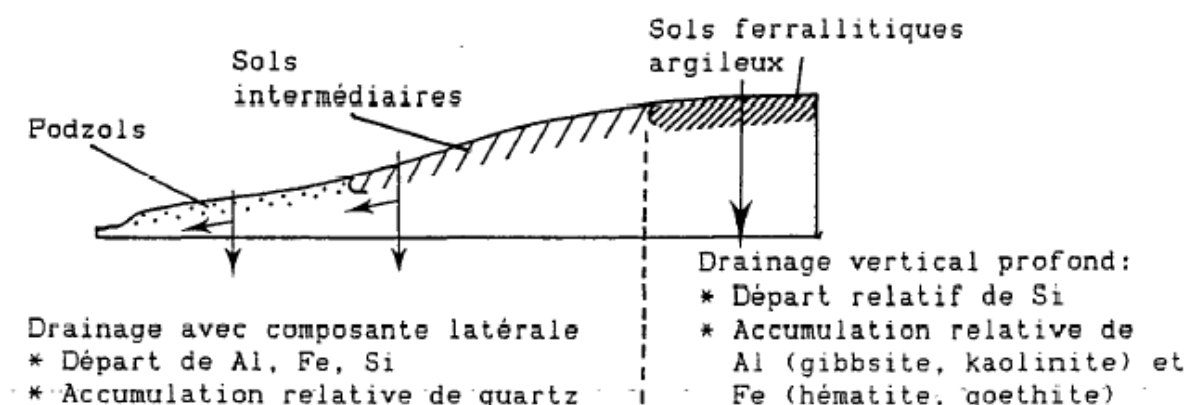
As características da cobertura pedológica no entorno das depressões indicam, segundo o autor (op cit) a mobilidade e retirada do material em solução em subsuperfície. Além do papel da dissolução e retirada de elementos em solução, destaca na geração dessas formas a importância da existência de um nível menos permeável, contínuo, e próximo à superfície, capaz de promover o retardamento da infiltração de água, apresentando, entretanto, em determinados pontos, drenos naturais que facilitam e aceleram a infiltração, promovendo assim o rebaixamento local da superfície.

Na região de Manaus, Amazônia brasileira, Lucas et al. (1984) e Lucas (1989) estudaram os solos provenientes da Formação Barreiras, constituída por sedimentos continentais de textura arenosa a areno-argilosa, de quartzos e caulinitas em proporções variadas. O clima é equatorial úmido, com pluviosidade de 2100mm anuais, com uma estação seca que se prolonga por três meses.

De acordo com esses autores, o sistema de transformação dos Latossolos, localizados nos platôs, para os Espodosolos, localizados na baixa vertente, ocorre pelo processo de podzolização que avança lateralmente no sentido jusante-montante. A interpretação para essa evolução diferencial é a seguinte (Figura 1):

Sobre os platôs, a infiltração vertical das soluções de alteração permitem uma concentração progressiva do alumínio (liberado dos horizontes superficiais) formando nódulos gibbsíticos, enquanto que a sílica é exportada pelo lençol.

Sobre as vertentes, a circulação lateral das soluções permite a exportação de Al e Si do sistema, provocando um empobrecimento em plasma argiloso e uma concentração relativa de quartzo, sendo que a partir de certa fase de empobrecimento, o aparecimento dos processos de podzolização aceleram a evolução para materiais quartzosos.



**Figura 1.** Hipótese interpretativa do funcionamento do sistema de transformação dos Latossolos em Espodosolos (LUCAS, 1989)

A partir desse estudo pode-se deduzir que a evolução geoquímica dos solos constitui o principal fator da geomorfogênese e evolução da paisagem. Assim o desenvolvimento das vertentes está ligado assim a processos pedogenéticos que conduzem ao desmantelamento progressivo dos platôs e substituição de uma cobertura pedológica mais argilosa, na qual os horizontes nodulares apresentam uma estabilidade dinâmica, por uma cobertura de solos mais arenosa.

Outro exemplo que merece destaque é o da bacia de Taubaté, região de São José dos Campos, onde ocorrem depressões fechadas, estudas por Filizola (1993) e Filizola e Boulet (1993; 1996). Esta área encontra-se em uma bacia tectônica sobre rochas sedimentares da Formação Pindamonhangaba, constituídas de material quartzo-caulinítico. O clima é do tipo tropical úmido, tendo precipitações da ordem de 1000 a 1500mm anuais com 80% da precipitação anual ocorrendo em seis meses.

Os autores relatam que o desenvolvimento das depressões estão ligadas à existência de fluxos verticais possivelmente relacionados ao cruzamento de linhas de fraturas e falhas do embasamento, que permitem os fluxos verticais em detrimento das áreas do entorno que não apresentam esses pontos de facilitação para a passagem da água e do material em solução.

Essas depressões, que podem ocupar até 50% da superfície de um interflúvio, evoluem lateralmente revelando uma forte exportação geoquímica da cobertura pedológica. Essa saída de material em solução mostra a importância da erosão geoquímica na formação e evolução do relevo em área úmida.

Buscando contribuir com os estudos de evolução do modelado, Furquim (2002) encontrou evidências da influência de processos químicos e mecânicos na evolução do modelado na bacia do córrego Espraiado, região de São Pedro no estado de São Paulo. Esta área encontra-se na transição do glacis para a zona dissecada, sobre embasamento geológico dos sedimentos da Formação Pirambóia. O clima é tropical mesotérmico com três meses seco, a precipitação média anual fica por volta de 1400mm e a temperatura média é de 20°C.

O estudo detalhado de uma topossequência permitiu a autora o reconhecimento de bandas onduladas, golfos nas partículas de quartzo, evidências de *plasma infusion*, grãos minerais com dupla superfície, evidências de processos de piping, e evidências de remoção da matéria orgânica. O reconhecimento dessas evidências e feições indicam a ocorrência de processos químicos e mecânicos desencadeados principalmente pela circulação da água no interior dos solos, sendo responsável pela redistribuição e/ou remoção de material em todo o transecto. Esta cobertura pedológica caracteriza-se principalmente pela perda generalizada de matéria, facilitada em parte pelas condições ácidas dominantes e provavelmente pela maior atividade biológica em alguns segmentos.

Esses exemplos, aqui apresentados, revelam a importância que os processos pedogenéticos, assim como os de alteração, têm na mobilização subsuperficial de material solubilizado na evolução do relevo em algumas áreas, sem, contudo, descartar a existência de ação contemporânea de processos de translocação mecânica dos materiais em superfície.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende uma superfície de aproximadamente 2300km<sup>2</sup>, localizada no sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul, na divisa com os Estados do Paraná e São Paulo, entre as latitudes de 22°18' e 22°45'S e longitudes 52°55' e 53°33'W (Figura 2), próximo à calha do alto rio Paraná.

Para realização do presente estudo, foi delimitada uma área situada no entorno da lagoa Dos 32 (Figura 3), onde foram levantadas duas topossequências de solo (Figura 4).

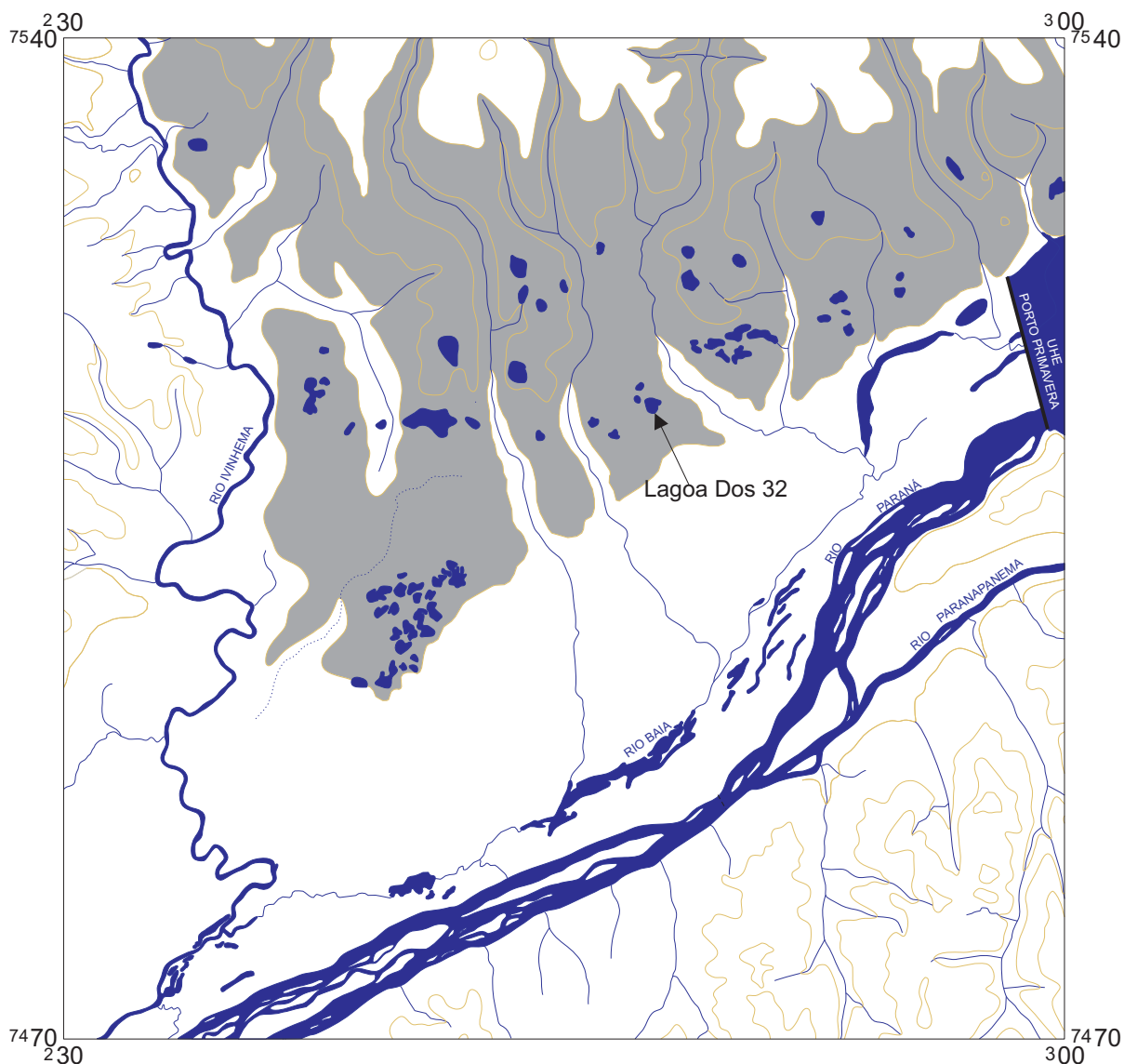
A escolha dessa área ocorreu pelos seguintes motivos: existência de um estudo recente (doutorado) dos sedimentos dessa lagoa; por ser uma lagoa que fica na margem do conjunto, o que permite a análise da relação com a superfície plana do terraço; e, também, pela facilidade de acesso, uma vez que se encontra à aproximadamente 500m da rodovia MS-134/BR-376.

A área em questão está localizada no interior da bacia sedimentar do Paraná sobre depósitos cenozóicos que têm como embasamento na região as formações Serra Geral e Caiuá.

A Formação Serra Geral é formada por rochas eruptivas predominantemente básicas, intercaladas por arenitos semelhantes aos da Formação Botucatu e cortadas por diques e soleiras de diabásio (NOGUEIRA JR, 1988). Os basaltos dessa formação, segundo Nardy et al. (2002), apresentam coloração cinza-escura a negra e são hipocristalinos, maciços ou vesiculares, constituídos essencialmente por plagioclásio, piroxênios, olivinas, quartzo, magnetita e apatita.

Os basaltos apresentam contato direto com os depósitos sedimentares em trechos do terraço aluvial e paleo-ilha e ao longo do canal principal do rio Paraná, onde os arenitos foram totalmente erodidos (NOGUEIRA JR, 1988).





Cursos de água permanentes



Lagoas



Terraço Taquarussu

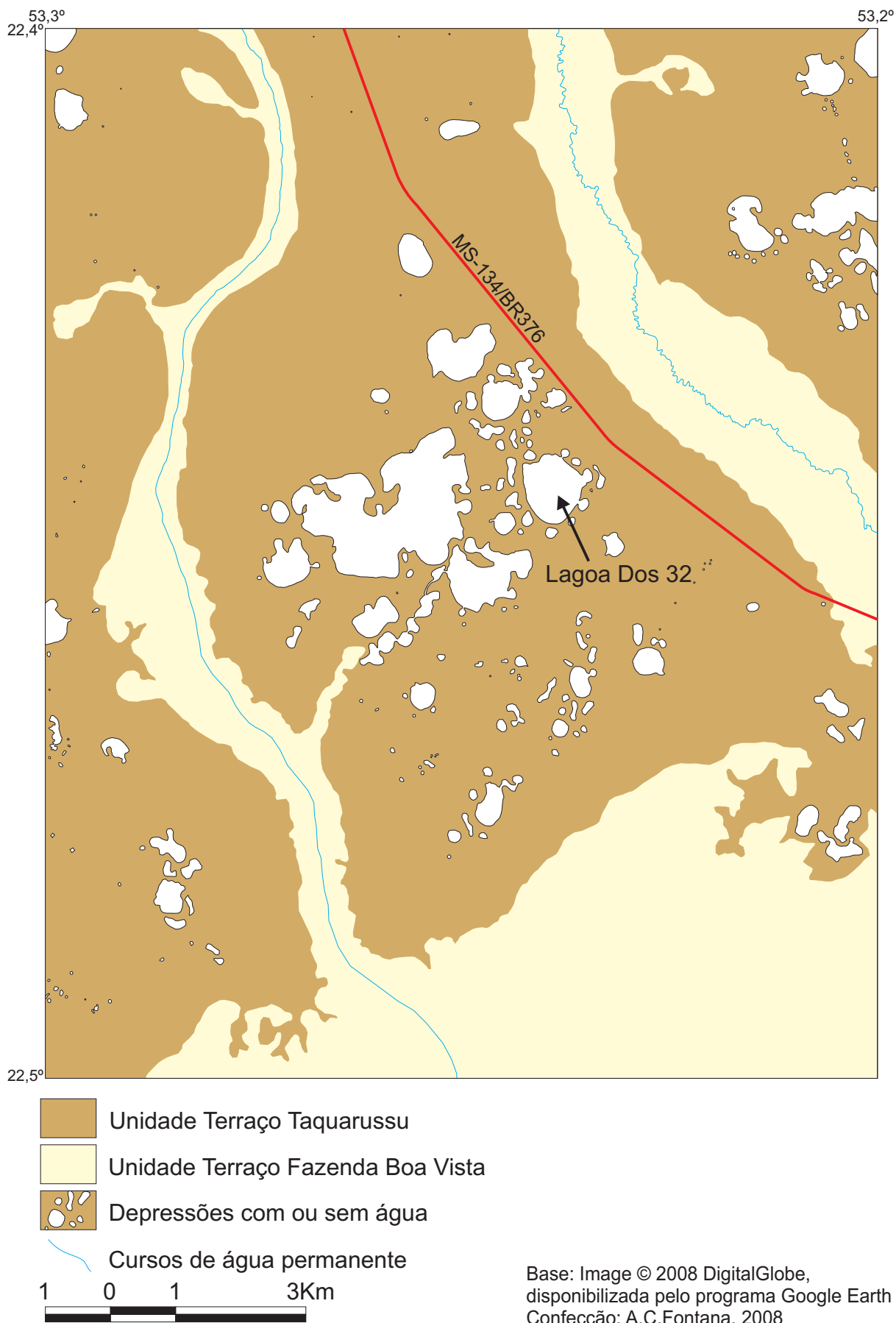


Curvas de nível



Fonte: Secretaria de Planejamento da Presidência da República  
 Fundação IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
 FolhaSF-22-Y-A, Esc = 1:250.000 Ano1984  
 Adap. e conf.:A.C.Fontana, 2008

**Figura 2.** Localização da área de estudo, terraço Taquarussu, MS, Brasil



**Figura 3.** Localização da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil



**Figura 4.** Localização das toposequências de solo no entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil

A Formação Caiuá é constituída de arenitos quartzosos a subarcoseanos, finos a médios, de coloração arroxeadá a vermelha escura, com estrutura sedimentar em estratificação cruzada de grande porte e estão assentados discordantemente sobre a Formação Serra Geral (SOARES et al., 1980; JABUR; SANTOS, 1984). Na área do presente estudo, os sedimentos do terraço encontram-se sotopostos principalmente a essa formação que na área apresenta espessura bastante reduzida, não ultrapassando 15m, e com variações significativas devido às irregularidades no topo dos basaltos (NOGUEIRA JR, 1988).

A topografia da superfície do embasamento pode ser considerada plana ao longo do terraço e planície aluviais, com as elevações variando entre 231 e 235m; em sentido ao terraço colúvio-aluvial as elevações passam de 235 para 245m e no leito do rio

as elevações variam de 235m, junto à margem direita, até cotas inferiores a 215m ao longo do canal principal (NOGUEIRA JR, 1988).

Os sedimentos Cenozóicos associados à calha do alto rio Paraná constituem-se em depósitos fluviais e depósitos associados. Os depósitos fluviais são relativos aos depósitos de canal e de planície de inundação, e os depósitos associados são relativos aos terraços, com depósitos de cascalho, coluviais e de lagoas (STEVAUX, 1993).

Os níveis de cascalho que ocorrem na área dos terraços se diferenciam daqueles ocorrentes nos depósitos fluviais quanto a gênese, idade e associações fasciológicas. Aqui, os depósitos de cascalho encontram-se assentados diretamente sobre a Formação Caiuá, constituindo a base das sequências coluvial e aluvial dos terraços (STEVAUX, 1993; NOGUEIRA JR, 1988).

Os depósitos de cascalho que ocorrem na base do terraço colúvio-aluvial são constituídos por grandes seixos de quartzo, quartzito e sílex, e secundariamente por calcedônia, em matriz arenosa quartzosa. Acerca de nove a dez metros acima deste, tem-se outro nível de cascalho onde os seixos são predominantemente de quartzo e quartzito, com ocorrência rara de calcedônia e/ou sílex (NOGUEIRA JR, 1988).

Via de regra, os depósitos de cascalho são descritos dentro de modelos sedimentológicos glaciais, contudo, tem sido comum a atribuição a uma gênese ligada a clima árido para esses depósitos rudáceos do Cenozóico continental brasileiro (STEVAUX, 1993).

Os colúvios da superfície, objeto do presente estudo, apresentam predomínio da fração areia fina (600 a 800 g Kg<sup>-1</sup>), seguida da fração argila (150-250 g Kg<sup>-1</sup>) (NOGUEIRA JR, 1988), estrutura maciça e de modo geral, desagregada, podendo, localmente, estarem cimentados por óxidos de ferro ou, mais raramente, por cimento provavelmente silicoso, sem estrutura sedimentar, com exceção de alguns nódulos, películas e veios de óxido de ferro, além de níveis enriquecidos de argila oriunda de migração vertical (STEVAUX, 1993).

Muito embora não se encontrem associações fasciológicas típicas de ambiente fluvial, CESP<sup>4</sup>, Suguio et al.<sup>5</sup> e Nogueira Jr.<sup>6</sup> definiram os materiais da unidade geomorfológica Taquarussu como de origem mista colúvio-aluvial (STEVAUX, 1993).

Uma das formas mais características dessa superfície são as centenas de lagoas. Estudos realizados nos sedimentos de algumas dessas lagoas os caracterizaram como sendo constituídos de lama arenosa de coloração cinza clara a cinza oliva, tendendo as tonalidades mais escuras para o topo (STEVAUX, 1993). Características semelhantes foram relatadas por Ferreira (1997) e Parolin (2006).

Stevaux (1993, 1994) realizou a compartimentação geomorfológica do trecho compreendido entre a barragem da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Mota (barragem de Porto Primavera) e a foz do rio Ivaí, margem direita do alto rio Paraná, dividindo-o em quatro unidades (Figura 5):

Unidade Porto Rico: que apresenta um relevo suave de colinas achatadas com caimento sutil em relação ao rio, onde a altitude média está acima de 280m, e encontra-se coberta por depósitos coluviais, não contendo depósitos aluviais relacionados com o rio Paraná;

Unidade Taquarussu: que é constituída de uma superfície plana, ligeiramente inclinada para o rio e está entre as cotas altimétricas 245 e 280m, sendo caracterizada pela presença de um grande número de depressões e lagoas de formas e tamanhos variados;

Unidade Fazenda Boa Vista: que é um terraço aluvial entalhado em depósitos antigos do rio Paraná e está acerca de 8 a 10m acima do atual nível d'água do rio Paraná, tendo como outra característica a cobertura parcial por leques aluviais inativos;

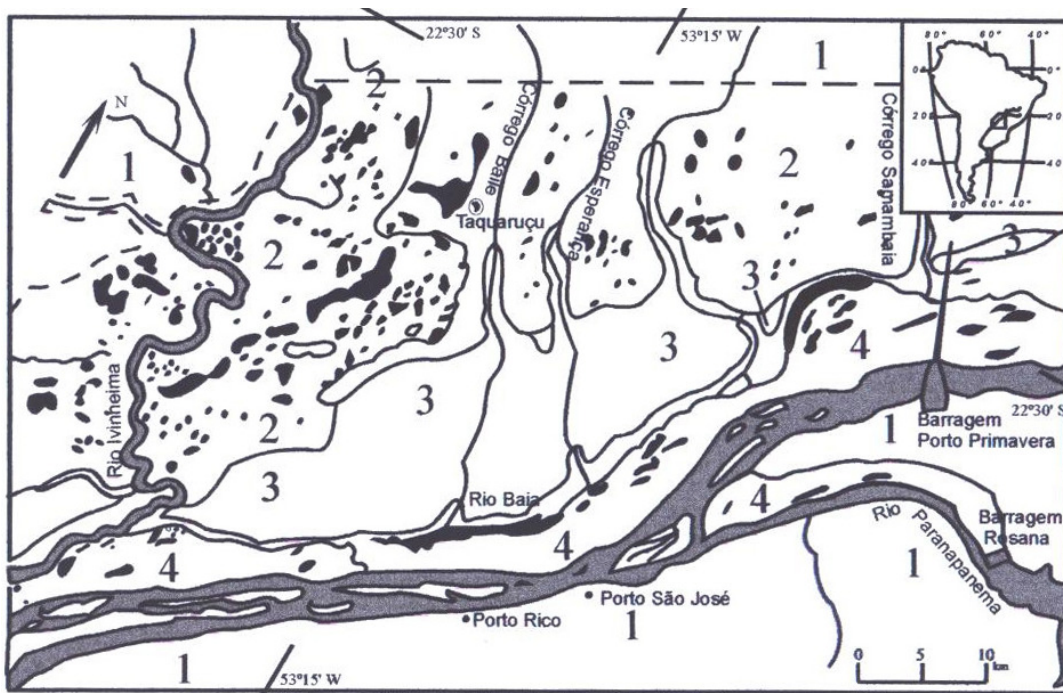
---

<sup>4</sup> CESP. Ilha Solteira. In: Simpósio sobre Geotecnia do Alto Paraná, 1, 1983. **Anais...** p. 305-358, 1983.

<sup>5</sup> SUGUIO et al. Quaternário do rio Paraná em Pontal do Paranapanema: proposta de um modelo de sedimentação. In: Cong. Bras. Geol., 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, p. 10-18, 1984.

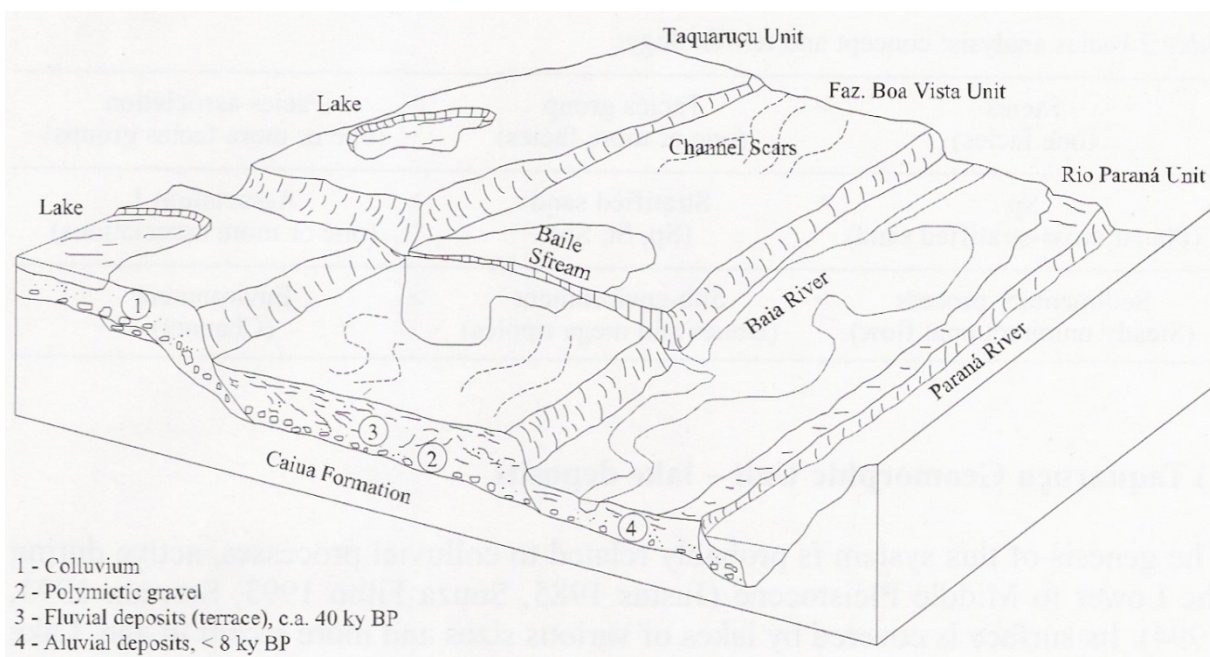
<sup>6</sup> NOGUEIRA JR, J. **Possibilidades de colmatção química dos filtros e drenos da barragem ed Porto Primavera (SP) por compostos de ferro.** (Dissertação de mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências – IG/USP, 1988, 229f.

Unidade Rio Paraná: essa unidade representa a planície aluvial do rio Paraná.



**Figura 5.** Compartimentação geomorfológica da área (Adaptado de STEVAUX, 1993)

Stevaux et al. (2004) acrescenta que essas unidades geomorfológicas são produtos de mudanças ambientais e tectônicas que afetaram a área. O bloco diagrama apresentado por esse autor (Figura 6) auxilia no entendimento da evolução do sistema fluvial.



**Figura 6.** Bloco diagrama representando um trecho da margem direita do rio Paraná entre a barragem da UHE Engenheiro Sérgio Mota e a foz do rio Vinheima (STEVAUX et al., 2004)

A unidade geomorfológica Taquarussu, onde se localiza a área de pesquisa do presente estudo tem uma superfície de 2300Km<sup>2</sup> de extensão com caimento geral para o rio Paraná, atingindo valores inferiores a 0,5% e as altitudes médias variando entre 245 a 280m (STEVAUX, 1993).

Esta unidade foi mencionada pela primeira vez por Suguio et al.<sup>7</sup>, Justus<sup>8</sup>, Justus et al.<sup>9</sup> e finalmente por Nogueira Jr.<sup>10</sup>, que a estudou com maior detalhe, denominando-a de Terraço Colúvio-Aluvial (STEVAUX, 1993).

No norte da área, nas proximidades da represa de Porto Primavera, o limite ocidental da unidade encontra-se acerca de 7 a 8km da margem direita do rio Paraná, sendo que para o sul, vai dela se afastando, entrando até 20km para o interior do estado do Mato Grosso do Sul. No sul da área da unidade, aproxima-se novamente do rio, elaborando um traçado em meia-lua (STEVAUX, 1993).

A drenagem da área está embutida em vales bem amplos e suaves com extensas várzeas, porém, a feição mais marcante desta unidade constitui-se de um grande número de depressões e lagoas, cujos tamanhos variam de centenas a alguns milhares de metros de diâmetro, de forma quase sempre circular a subcircular (Figura 7) (STEVAUX, 1993; FERREIRA, 1997).

Stevaux (1993) identificou dentro desta unidade a subunidade Rio Ivinhema. Essa subunidade apresenta uma maior densidade de lagoas com dimensão de até 600m de diâmetro e de formato circular e lagoas maiores com formato alongado e irregular, aparentando terem sido formadas por coalescência das lagoas menores (Figura 8).

---

<sup>7</sup> Idem nota 5.

<sup>8</sup> JUSTUS, J.O. **Subsídios para interpretação morfogenética através da utilização de imagens de radar**. (Dissertação de Mestrado) Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1985, 204p.

<sup>9</sup> JUSTUS, J.O. et al. Projeto Geomorfologia. In: **RADAMBRASIL**, folha SF 22 Parapanema. Rio de Janeiro.

<sup>10</sup> Idem nota 6.



**Figura 7.** Imagem mostrando o aspecto geral da Unidade Taquarussu, MS, Brasil (GOOGLE, 2008)



**Figura 8.** Imagem mostrando o aspecto geral da subunidade Rio Ivinhema, MS, Brasil (GOOGLE, 2008)



Segundo a classificação climática realizada por Nimer (1977) para a região centro-oeste do Brasil, o clima da área é tropical sob o domínio climático subquente, subdomínio úmido e variedade climática com um a dois meses secos.

As temperaturas médias anuais ficam entre 22 e 24°C, sendo que, as médias para o mês mais quente ficam entre 24 e 26°C, podendo ter máximas absolutas próximas aos 40°C, enquanto que a temperatura média do mês mais frio está abaixo dos 18°C, podendo ocorrer mínimas absolutas entre -4 e 0°C (NIMER, op cit).

Ainda, segundo os dados do mesmo autor para a precipitação, os valores ficam entre 1250 e 1500mm anuais, sendo que nos meses de novembro, dezembro e janeiro se concentra 35% da precipitação anual e ressalta a existência de um mês seco – julho.

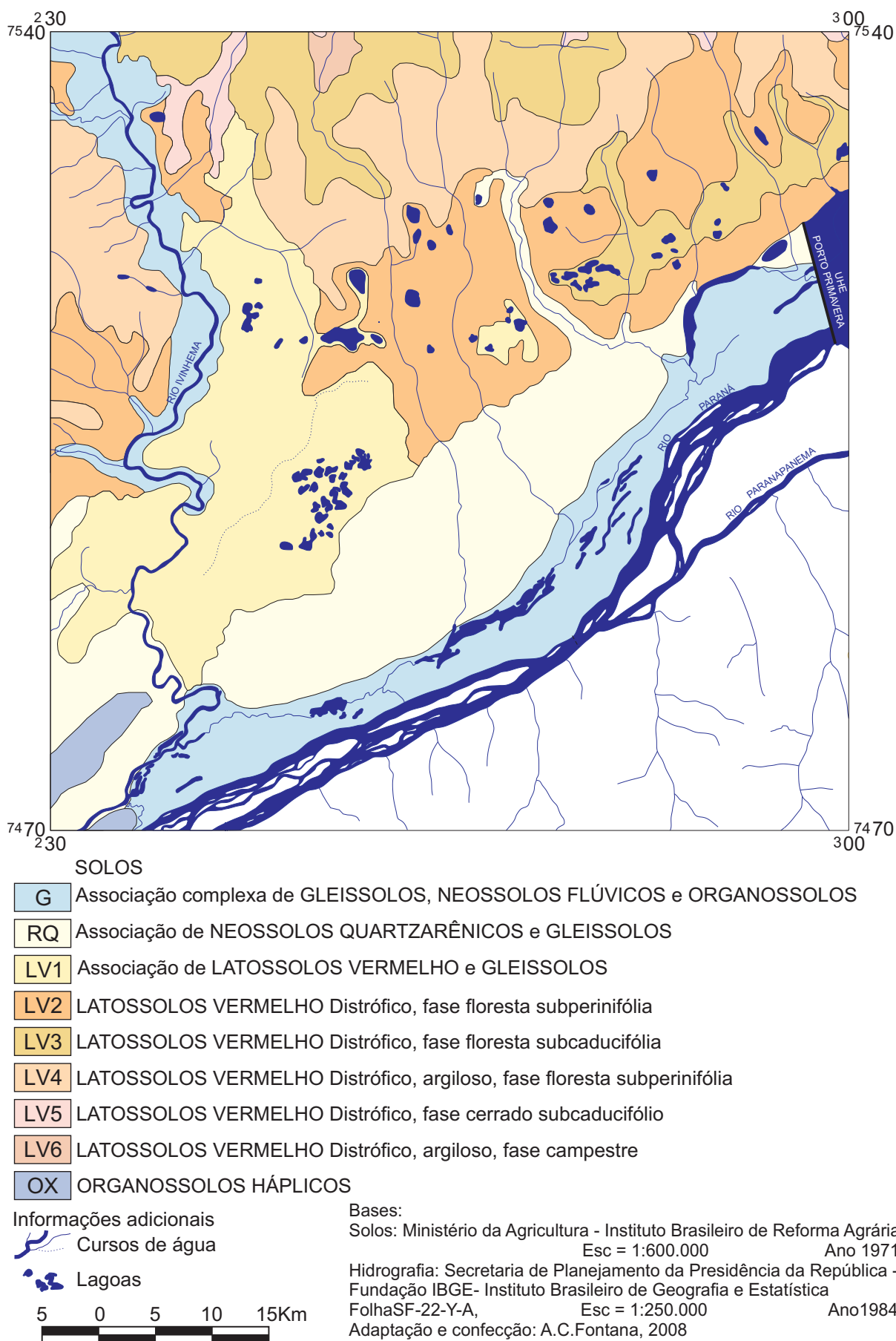
De acordo com o mapeamento de solos realizado por Brasil (1971) para o sul do então estado do Mato Grosso, área que hoje faz parte do estado do Mato Grosso do Sul, ocorrem na área de pesquisa (Figura 9) os Latossolos e Gleissolos.

De acordo com o mapeamento apresentado, o Latossolo Vermelho-escuro distrófico, textura média, atualmente designado de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, ocorrem em áreas de relevo plano a suave ondulado sob florestas perenifólias e também sob florestas subcaducifólias.

Além das áreas com domínio dos já citados Latossolos ocorrem áreas com associações desses Latossolos com complexos de solos Gley pouco húmico, Gley húmico distrófico e eutrófico, atualmente designados de GLEISSOLOS, os quais apresentam textura argilosa, com argilas de baixa atividade, ocorrendo em áreas planas de campos e várzeas.

A vegetação da região encontra-se na transição dos biomas Mata Atlântica e Cerrado. As formações vegetais ocorrentes nas áreas do terraço da margem direita do rio Paraná, no estado do Mato Grosso do Sul, foram divididas fisionomicamente em quatro tipos: Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Floresta Ciliar, Floresta de Brejo e Zona de Buritis (SOUZA et al., 2004).

Possivelmente nesse estudo, Souza et al. (2004) ao se referir ao terraço esteja se referindo ao compartimento geomorfológico da Fazenda Boa Vista e, sendo assim, é



**Figura 9.** Mapa de solos da margem direita do rio Paraná nas proximidades da área de estudo

possível que não tenham sido executados levantamentos botânicos na área da unidade Taquarussu.

Devido à ocupação da área para práticas agrícolas, principalmente com pastagens e, mais recentemente, por culturas temporárias, restam poucos fragmentos de vegetação original sobre essa superfície.

## **2.2 Procedimentos metodológicos**

Para o desenvolvimento do presente estudo foi utilizada a Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, metodologia apresentada por Boulet et al. (1982 a, b, c), a fim de serem identificados os sistemas pedológicos ao longo das vertentes e de unidades básicas de relevo como bacias de primeira ordem e interflúvios.

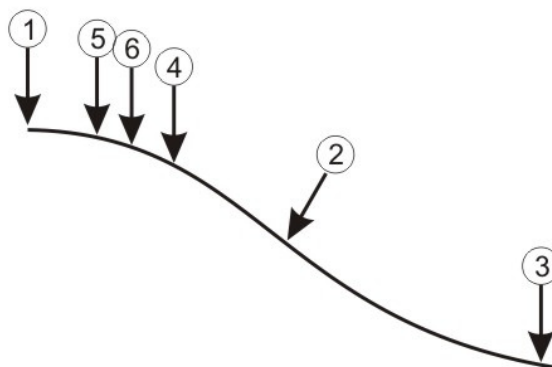
Duas topossequências foram levantadas: uma no sentido lagoa – superfície plana do terraço, e outra, entre duas lagoas em processo de coalescência.

### ***2.2.1 Análise estrutural da cobertura pedológica***

A Análise Estrutural da Cobertura Pedológica passou a ser conhecida na década de 1970 a partir dos trabalhos de Bocquier (1973), Boulet (1974), Chauvel (1977) e Humbel (1978) no continente africano e posteriormente, na década de 1980, na Guiana Francesa, na França e no Brasil (SANTOS, 2000). Santos (op cit.), ainda afirma que estudos nessa linha de pesquisa têm possibilitado um maior avanço da pesquisa pedológica fundamental, principalmente nos estudos de gênese dos solos, diagnose e prognose de problemas ambientais relacionados à degradação dos solos.

O método completo da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica e Cartografia foi apresentado por Boulet e colaboradores em três partes, sendo que a primeira parte, Boulet et al.(1982a) trata da análise bidimensional (Figura 10), a segunda parte, Boulet et al.(1982b) trata da análise tridimensional e a terceira parte, Boulet et al.(1982c) trata da passagem da fase analítica para a cartografia.

① ≠ ② Implantação de ④  
 ④ ≠ ① Implantação de ⑤  
 ⑤ = ① ⑤ ≠ ④ Implantação de ⑥  
 Procede-se do mesmo modo entre  
 ④ e ② e entre ② e ③



**Figura 10.** Método de implantação das tradagens num estudo de um segmento da transecção (BOULET, 1988)

A análise bidimensional consiste em selecionar inicialmente uma vertente representativa da unidade de relevo e realizar o levantamento topográfico ao longo de um transecto, que no caso seguiu o procedimento descrito por Marques et al. (1999). Para o levantamento da cobertura pedológica, propriamente, realiza-se ao longo dessa topossequência, sondagens a trado para identificação das transições verticais e horizontais dos horizontes de solo. Posteriormente a essa delimitação das transições laterais, são escolhidos os pontos para abertura de trincheiras onde são realizadas descrições morfológicas mais detalhadas dos volumes identificados e a coleta de amostras para as análises laboratoriais (físicas, químicas, hídricas e micromorfológicas).

### **2.2.2 Análise morfológica dos solos**

#### **– Análise macromorfológica**

Para a descrição macromorfológica dos solos foram adotados os critérios e parâmetros indicados no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS et al., 2005), observando-se: os limites e transições entre os horizontes;

as cores a seco e úmido pela Munsell Soil Color Charts (MUNSELL, 1975); frequência, dimensão e cor dos mosqueamentos; tipo, dimensão e grau de estrutura; desenvolvimento, cor e tipo de cerosidade; presença ou ausência de superfícies de atrito, assim como seu desenvolvimento e dimensão; consistência seca, úmida e molhada; dimensão, frequência e natureza da porosidade; natureza e grau de cimentação; natureza, dimensão, frequência, dureza, forma e cor de nódulos ou concreções; tipo de atividade biológica presente e tipos de raízes; para então, poderem ser classificados segundo a nomenclatura proposta por EMBRAPA (2006).

### **– Análise micromorfológica**

Para Castro (1989), a identificação e a quantificação dessas micro-organizações, denominadas 'organizações elementares', representa a base inicial para a compreensão dos processos pedológicos relacionados à sua gênese e à sua evolução.

A análise micromorfológica foi realizada em três etapas - coleta de amostras indeformadas, preparação do material e confecção das lâminas delgadas e descrição das lâminas, apresentada a seguir:

Coleta de amostras indeformadas (monolitos) de solo de todos os horizontes descritos nos perfis, totalizando 24 amostras; após coletadas as amostras foram embrulhadas em filme plástico para não perderem umidade e não se deformarem no transporte;

No laboratório, a secagem das amostras foi realizada sob temperatura ambiente por aproximadamente três semanas, seguindo-se mais três dias em estufa com temperatura inferior à 45°C, para proceder à retirada de toda umidade. Para impregnação das amostras, estas foram colocadas dentro de dessecador, em recipientes apropriados para, aos poucos, ir acrescentando-se a mistura de resina plástica não expansível do tipo epóxi, acetona, pigmento orgânico que reage a luz ultravioleta e catalisador, usando vácuo fraco para a resina ser absorvida pela amostra por capilaridade até preencher todos os poros. As amostras foram mantidas no dessecador por alguns dias e depois retiradas, mantendo-as em local limpo e firme para concluir o endurecimento. As amostras endurecidas foram cortadas com o emprego de serra diamantada, e selecionados 30 campos para confecção das

lâminas. Os campos selecionados foram cortados até atingirem 5mm de espessura, e coladas em lâmina de vidro pré-aquecida suavemente para não ficarem bolhas de ar. Em seguida, foram desbastadas e polidas até atingirem aproximadamente 30 $\mu$ m.

A descrição micromorfológica foi realizada com o emprego de lupa e microscópio óptico petrográfico para observação e descrição de acordo, principalmente com os critérios e terminologia propostos no 'Handbook for soil thin section descriptor' (BULLOCK et al., 1985), e, secundariamente em outros trabalhos, entre eles os de Brewer (1976), Castro (1989, 2002) e Stoops (2003). Foram descritos a microestrutura, componentes minerais e/ou orgânicos (componentes grosseiros e material fino), feições pedológicas e tramas.

### ***2.2.3 Análises físicas do solo***

Para realização das análises físicas do solo foram coletadas amostras deformadas e amostras indeformadas. Com as amostras deformadas foram realizadas as análises: granulométrica e argila dispersa em água. A partir dos dados obtidos com essas análises foram também determinados a relação silte/argila e o grau de floculação. Já com as amostras indeformadas, que foram coletadas em cilindros com volume aproximado de 178cm<sup>3</sup>, foram realizadas as análises de condutividade hidráulica, densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade.

As amostras deformadas foram submetidas a secagem ao ar livre, destorroadas e em seguida, passadas por peneira com malha de 2mm de abertura, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA).

Os procedimentos metodológicos para realização das análises seguiram as metodologias apresentadas por Camargo et al. (1986) e EMBRAPA (1997), com algumas adaptações.

#### **– Análise granulométrica**

Essa análise é realizada com o objetivo de determinar a distribuição das partículas primárias do solo, e para isso é necessário a desagregação mecânica da amostra,

dispersão e avaliação das proporções das partículas primárias (CAMARGO et al., 1986) e os intervalos adotados encontram-se na tabela 1.

Foram pesadas alíquotas de 20g de TFSA em becker de 250mL, adicionou-se 20mL de solução dispersante (sódio hexametáfosfato 44,6g/L) e completou-se o volume até 100mL com água destilada. Após um repouso de aproximadamente 16 horas, o material foi transferido para o copo metálico do agitador, acrescentando-se 200mL de água destilada, e agitado por 10min. Após a agitação mecânica, o conteúdo foi transferido para proveta graduada de 1000mL, passando antes por peneira de malha 0,053mm. O material retido na peneira foi lavado até que restasse somente areia na peneira, ou seja, que todo o material fino passasse para a proveta. A fração areia foi devolvida para o becker e levada a estufa à 105°C para secar.

Os volumes nas provetas foram completados até 1000mL, e uma amostra em branco foi elaborada (água + solução dispersante). Os intervalos de tempo para a pipetagem das frações silte + argila e argila, foram calculados, obedecendo-se a Lei de Stokes, a partir do ábaco de Casagrande. As alíquotas de 20mL, obtidas pela pipetagem foram colocadas em recipientes (becker) pré-pesados e levados à estufa por uma noite ou até evaporar a água da suspensão. Passou-se em seguida a realizar os cálculos para determinação do teores de argila e de silte fino.

A areia total, depois da secagem em estufa, é pesada e passada pela peneira de malha 0,250mm para separação e pesagem da areia fina e areia grossa. A fração silte grosso é calculada por diferença.

**Tabela 1.** Classes de partículas de solo de acordo com o diâmetro

<b>Fração</b>	<b>Ø da partícula</b>
Argila	< 0,002mm
Silte fino	0,002 - 0,020mm
Silte grosso	0,020 - 0,053mm
Areia fina	0,053 - 0,250mm
Areia grossa	0,250 - 2mm

Para confeccionar os gráficos de distribuição vertical foi utilizado o *software* Grapher e para confecção das curvas de isovalores os programas AutoCad 2004, para platagem dos valores, o Surfer 7 para gerar as curvas e o Corel Draw 13 para acabamento das figuras.

### – Argila dispersa em água

Procedimento semelhante ao utilizado para determinação da análise granulométrica sem, contudo, o emprego de dispersante químico. Nessa análise as frações areia (fina e grossa) e silte (fino e grosso) não são determinadas.

### – Grau de flocculação

O grau de flocculação é a relação entre a argila dispersa em água e a argila total. Esse valor é dado pela fórmula:  $GF=100(a-b)/a$ , onde GF é o grau de flocculação, 'a' é o valor da argila total e 'b' é o valor da argila dispersa em água. O grau de flocculação está associado à estabilidade dos agregados.

### – Relação silte/argila

Esse parâmetro é calculado a partir dos dados da análise granulométrica, e é utilizado como indicativo para o grau de intemperismo do solo. O parâmetro é calculado dividindo-se o valor do silte pelo valor da argila total.

Quando os valores da relação silte/argila para o horizonte B ficam abaixo de 0,7 para solos de textura média e 0,6 para solos de textura argilosa ou muito argilosa, considera-se que são solos com alto grau de intemperismo (EMBRAPA, 2006), ou seja, solos bem evoluídos.

### – Condutividade hidráulica saturada

A condutividade hidráulica do solo é a capacidade do solo em transmitir água (KLUTE, 1965). Nessa análise estima-se a velocidade com que a água se movimenta através do solo (EMBRAPA, 1997).

O método utilizado foi o de carga constante apresentado pela EMBRAPA (1997). A amostra de solo indeformada, coletada em cilindros, teve afixada na extremidade inferior do anel um pedaço de tecido, tipo voal, preso por elástico de borracha. Na parte superior desse cilindro é fixado um outro cilindro, de mesmo diâmetro, tendo um dreno a dois centímetros.

As amostras assim previamente preparadas foram colocadas em um recipiente, onde foi adicionada água até próximo da borda do cilindro para ocorrer a saturação



do solo. Depois de saturadas, as amostras foram transferidas para um permeâmetro, mantendo-se uma carga constante de 2cm de água sobre a amostra.

A água percolada pela amostra é armazenada em um recipiente e, com o auxílio de proveta graduada, é feita a leitura do volume percolado em intervalos de hora em hora, por oito horas consecutivas.

Os dados obtidos são transformados em medidas de condutividade hidráulica aplicando-se a seguinte equação:

$K = Q \times L / A \times H \times t$ , onde:

K = condutividade hidráulica em cm/h

Q = volume do percolado em mL no intervalo de tempo analisado

L = altura do bloco do solo em cm

H = altura do bloco do solo mais a altura da coluna de água em cm

A = área do cilindro em  $\text{cm}^2$

t = tempo em horas

Para a interpretação do resultado foi utilizada a tabela 2 que apresenta as classes de permeabilidade do solo em função do valor de condutividade hidráulica.

**Tabela 2.** Classes de permeabilidade para solos saturados e as escalas correspondentes de condutividade hidráulica e permeabilidade (O'NEAL, 1952 apud KLUTE, 1965)

Classe	Condutividade hidráulica cm/hora	Permeabilidade $\text{cm}^2$
Muito lento	<0,125	<3x10-10
Lento	0,125 – 0,500	3x10-10 – 15x10-10
Moderadamente lento	0,500 – 2,000	15x10-10 – 60x10-10
Moderado	2,000 – 6,250	60x10-10 – 170x10-10
Moderadamente rápido	6,250 – 12,500	170x10-10 – 350x10-10
Rápido	12,500 – 25,000	350x10-10 – 700x10-10
Muito rápido	>25,0	>700x10-10

#### – Densidade do solo ou densidade aparente

A densidade aparente do solo é a relação massa de solo pelo volume. O método utilizado foi o do anel volumétrico.

As amostras de solos coletadas em anéis foram secas em estufa a 105°C por 24 horas. Após esse tempo, as amostras foram retiradas e colocadas em dessecador até esfriarem, para então serem pesadas. O valor da densidade do solo foi dado pelo peso da amostra seca dividido pelo volume do anel. (EMBRAPA, 1997)

#### – Porosidade do solo (total, macro e micro)

A porosidade total é o volume total de poros do solo ocupado por água e/ou ar e pode ser dividida em macroporosidade, poros com diâmetro maior que 0,05mm, e microporosidade, poros com diâmetro menor ou igual a 0,05mm (EMBRAPA, 1997). O método utilizado para os cálculos de porosidade foi o da mesa de tensão, onde pela determinação do volume ocupado por água, em cilindros volumétricos com solo e saturados por água, se calcula os valores de porosidade.

As amostras de solos indeformadas foram mantidas nos cilindros de coleta e estes foram colocados em um recipiente. Nesse recipiente foi realizada a saturação das amostras através da adição de água até atingir a borda do cilindro. Após a saturação, os mesmos foram pesados obtendo-se o peso do solo saturado (a), depois de pesados, foram então transferidos para a mesa de tensão, na qual foi aplicada uma tensão de 60cm de coluna de água. Após 24 horas ou até cessar a drenagem, as amostras foram novamente pesadas, obtendo-se o peso da amostra após tensão (b). As amostras foram então levadas para estufa a 105°C, onde permaneceram por 24 horas ou até apresentarem peso constante e foram novamente pesadas, obtendo-se assim o peso da amostra seca (c). Posteriormente foram pesados os cilindros, com o tecido e o elástico para saber a tara de cada amostra, que é subtraída dos valores das pesagens da amostra. Cada cilindro teve suas medidas tomadas para o cálculo do seu volume (d). A porosidade total, macroporosidade e microporosidade foram obtidas aplicando-se as equações:

Porosidade total

$$P_t = \left( \frac{a - c}{c} \right) D_s$$

onde:  $P_t$  = porosidade total  
 $a$  = peso da amostra saturada  
 $c$  = peso da amostra seca  
 $D_s$  = densidade do solo

Macroporosidade

$$Mac\% = \left( \frac{a - b}{d} \right) \times 100$$

onde:  $Mac\%$  = macroporosidade em porcentagem  
 $a$  = peso da amostra saturada  
 $b$  = peso da amostra após aplicação de tensão  
 $d$  = volume do cilindro

Microporosidade

$$Mi\% = \left( \frac{b - c}{d} \right) \times 100$$

onde: Mi% = microporosidade em porcentagem

b = peso da amostra após aplicação de tensão

c = peso da amostra seca

d = volume do cilindro

#### **2.2.4. Análises químicas do solo**

Para realização das análises químicas do solo foram coletadas amostras deformadas. As amostras foram secas ao ar livre, destorroadas e em seguida passadas por peneira com malha de 2mm de abertura, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA). Foram realizadas medidas de pH em água e CaCl<sub>2</sub>, e determinações dos macronutrientes (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>), e micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn, B), além do S, P assimilável e C orgânico. Os procedimentos para realização das análises seguiram as metodologias apresentadas por Camargo et al. (1986), EMBRAPA (1997), Pavan et al. (1992) e Silva (1999) com adaptações.

##### **– pH em água e CaCl<sub>2</sub>**

O objetivo e o princípio dessa análise é determinar potenciométricamente o pH, onde é medida a variação potencial em um eletrodo de vidro com a variação da atividade hidrogeniônica da solução em que ele está mergulhado (CAMARGO et al, 1986).

Para cada uma das leituras foram colocados o equivalente a 10mL em volume de solo em copo plástico de 100mL e adicionado 25mL de líquido (H<sub>2</sub>O, CaCl<sub>2</sub> 1N), obtendo-se a relação solo/líquido de 1:2,5. As amostras foram agitadas com bastão de vidro por um minuto e permaneceram em repouso por uma hora. Após esse período de descanso, foram novamente agitadas e, em seguida, procedeu-se à leitura do pH por potenciômetro com eletrodo combinado no sobrenadante.

Utilizando-se dos valores das leituras de pH, os solos foram classificados quanto ao estado de acidez e alcalinidade, de acordo com os parâmetros apresentados nas Tabelas 3 e 4.

**Tabela 3.** Classes de reação do solo em água (EMBRAPA, 2006)

<b>Classes</b>	<b>pH (solo/água 1:2,5)</b>
Extremamente ácido	< 4,3
Fortemente ácido	4,3 – 5,3
Moderadamente ácido	5,4 – 6,5
Praticamente neutro	6,6 – 7,3
Moderadamente alcalino	7,4 – 8,3
Fortemente alcalino	> 8,3

**Tabela 4.** Classes de reação do solo em CaCl<sub>2</sub> (FERREIRA et al., 1990)

<b>Classes</b>	<b>pH (solo/CaCl<sub>2</sub> 1:2,5)</b>
Acidez muito alta	<4,4
Acidez alta	4,4 - 5,0
Acidez média	5,1 – 5,5
Acidez baixa	5,6 – 6,0
Acidez muito baixa	> 6,0

### – Determinação de Cálcio e Magnésio trocável

Para determinação de cálcio e magnésio trocável em KCl, foi utilizada a espectrofotometria de absorção atômica (EEA).

O procedimento de extração de ambos os elementos é o mesmo, sendo que para proceder a extração foram transferidos 5mL de TFSA para erlenmeyer de 125mL, adicionou-se 50mL de solução de KCl 1N e agitou-se por 15 minutos. Após agitação o material ficou em repouso por uma noite.

### – Determinação do Cálcio

Uma alíquota de 1mL da solução sobrenadante foi retirada em copo descartável, foi então adicionado 25mL de água destilada e deionizada e 2mL de solução de KCl 1,3mol.L<sup>-1</sup>. A determinação da concentração do Ca<sup>2+</sup> foi feita por EEA com chama de óxido nitroso/acetileno. Como o resultado foi fornecido em ppm, para transformar para cmolc.dm<sup>-3</sup> multiplicou-se o valor lido pelo fator 1,4.

### – Determinação do Magnésio

Uma alíquota de 1mL da solução sobrenadante foi retirada em copo descartável, foi então adicionado 25mL de água destilada e deionizada e 1,5mL de solução de lantânio 100.000ppm. A determinação da concentração do Mg<sup>2+</sup> foi feita por EEA com chama de óxido nitroso/acetileno. Como o resultado foi fornecido em ppm, para transformar para cmolc dm<sup>-3</sup> multiplicou-se o valor lido pelo fator 2,29.

### – Determinação de Fósforo ‘disponível’ e Potássio trocável

Para determinação de fósforo ‘disponível’ e potássio trocável empregou-se o ataque com solução de Mehlich 1, ou também chamada de solução duplo-ácida, utilizando-se para as medidas dos elementos a espectrofotometria de UV-Vis para o fósforo e EEA para potássio.

O procedimento de extração de ambos os elementos é o mesmo. Para proceder a extração foram transferidos 5mL de TFSA para erlenmeyer de 125mL, adicionando-se 50mL de solução Mehlich 1 e, em seguida, procedeu-se a agitação por 5 minutos. Após a agitação, o material ficou em repouso por uma noite, para então ser filtrado.

### – Determinação do Fósforo

Uma alíquota de 5mL da solução do filtrado foi retirada em copo descartável, foi adicionado 10mL de solução de molibdato de amônio e uma pitada de ácido ascórbico. Uma prova em branco também foi preparada. Após repouso de 20 minutos a leitura foi realizada no espectrofotômetro UV-Vis, com comprimento de onda de 720nm. Como a concentração foi fornecida em  $\mu\text{g mL}^{-1}$ , para transformar para  $\text{mg dm}^{-3}$  multiplicou-se o valor lido pelo fator 30.

### – Determinação do Potássio

Uma alíquota de 1mL da solução do filtrado foi retirada em copo descartável, foi então adicionado 25mL de água destilada e 2mL de solução de nitrato de céσιο ( $\text{CsNO}_3$ ) 100.000ppm. A determinação na EEA foi realizada com chama de ar/acetileno. Como a concentração foi fornecida em  $\mu\text{g mL}^{-1}$ , para transformar para  $\text{mg dm}^{-3}$  multiplicou-se o valor lido pelo fator 0,72.

### – Determinação da Matéria Orgânica

A determinação da matéria orgânica do solo foi realizada por via indireta a partir da oxidação do carbono orgânico do solo com solução de dicromato de potássio em presença de ácido sulfúrico (CAMARGO et al., 1986).

Foi transferido 1mL de TFSA para erlenmeyer de 250mL, adicionou-se 10mL de solução de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1N e 10mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado. Após esfriar,

aproximadamente 30 minutos, adicionou-se 50mL de água destilada, 3mL de ácido ortofosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) concentrado e 3 gotas do indicador (difenilamina 1%). Em seguida, procedeu-se a titulação, lentamente, com solução de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 1N até a viragem da cor azul para a cor verde, anotando-se o volume de  $\text{FeSO}_4$  1N utilizado. Uma prova em branco também foi realizada.

O cálculo empregado para se obter o carbono orgânico é:

$$C = \frac{(V_{PB} - V_A) \times \text{fator FeSO}_4 \times 3,896}{\text{ml de solo}}$$

, onde:

- C = carbono orgânico
- VPB = volume de sulfato ferroso gasto na prova em branco
- VA = volume de sulfato ferroso gasto na amostra
- fator  $\text{FeSO}_4 = 0,971$  normal
- mL de solo = volume da TFSA utilizada

Para transformar o valor do carbono orgânico em porcentagem de matéria orgânica, multiplicou-se o C pelo fator 1,72.

#### – Determinação da Acidez Potencial

A diminuição do pH da solução tampão SMP e a concentração do  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$  extraída do solo com  $\text{CaAc}_2$  1N correlaciona-se negativamente, isto é, o aumento da concentração de  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$  ocasiona a diminuição do pH<sub>SMP</sub> (PAVAN et al., 1992).

Para a determinação foram adicionados 5mL da solução SMP em copo plástico contendo a amostra de solo utilizada para a determinação do pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01M. As amostras foram agitadas por um minuto e, após o repouso por uma hora foram realizadas as leituras do pH com potenciômetro.

Para cada valor de pH foi observado o valor correspondente de  $[\text{Al}^{3+}] + [\text{H}^+]$  na tabela de relação entre pH (SMP) e  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ , apresentada em Pavan et al. (1992).

#### – Determinação do Alumínio trocável

O alumínio trocável foi determinado pelo método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio, após extração do  $\text{Al}^{3+}$  do solo por KCl 1N.

A extração do  $\text{Al}^{3+}$  segue o mesmo procedimento utilizado para extração do cálcio e magnésio já apresentada. Foram pipetados 20mL do sobrenadante da extração e adicionadas algumas gotas de fenolftaleína a 3%. A titulação foi realizada com solução de NaOH 0,1N até obter-se a coloração rosa persistente.

### – Determinação dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn

A extração dos micronutrientes do solo foi realizada com solução Mehlich 1, segundo o mesmo procedimento utilizado para extração de P e K já apresentado. A leitura para cada elemento foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica diretamente no filtrado da extração da amostra.

Para obtenção da concentração em  $\text{mg dm}^{-3}$  multiplicou-se o valor da determinação por espectrofotométrica de absorção atômica de cada um dos elementos por 10.

### – Determinação do Boro

Para determinação do Boro, foi realizada extração pelo método do Cloreto de Bário a quente, sendo realizada a determinação baseada na formação de um complexo colorido pela reação do ácido bórico com o reagente azometina H.

Para extração foram transferidos  $10\text{cm}^3$  de TFSA em saquinho de polipropileno, adicionando-se 20ml de solução de cloreto de bário 0,12% e  $0,5\text{cm}^3$  de carvão ativo. Os saquinhos foram vedados e pendurados em prateleira para uso em forno microondas, onde foram submetidos à potência máxima por um período de 3 minutos. Após esfriar, a suspensão foi filtrada em papel filtro faixa azul.

Uma alíquota de 4mL do extrato e das soluções padrões foram transferidas para tubos de polopropileno, onde adicionou-se 1mL de solução tampão e procedeu-se à homogeneização. Em seguida, foi acrescentado 1mL da solução de azometina-h a 0,9%, agitando-se as amostras. Após 30 minutos foram realizadas as leituras em espectrofotômetro em 420nm.

Para o cálculo, subtraiu-se da leitura da amostra a leitura da prova em branco. O resultado obtido foi multiplicado por seis e, o seu produto dividido por quatro para se obter o valor do B em  $\text{mg dm}^{-3}$ .

### – Determinação do Enxofre

A determinação do enxofre baseou-se na extração do S-SO<sub>4</sub> do solo, pelo acetato de amônio 0,5N em ácido acético 0,25N e posterior medição em colorímetro da turbidez formada pela precipitação do sulfato pelo cloreto de Bário.

Para extração, transferiu-se  $10\text{cm}^3$  de solo para erlenmeyer de 125mL, adicionou-se 2,5mL de solução extratora e 0,25g de carvão ativado e agitou-se a mistura por 30 minutos. Filtrou-se em papel filtro qualitativo com 0,25g de carvão ativo.

Uma alíquota de 10mL do filtrado foi separada em copo plástico de 50mL, adicionou-se 1mL de solução de HCl 6N contendo 20ppm de S e 0,5g de  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Após um minuto procedeu-se então a agitação por 30 segundos e a leitura em colorímetro a 420nm. O mesmo procedimento foi tomado para a prova em branco.



### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Sistema pedológico da topossequência de solos I**

A topossequência de solos I da margem da lagoa Dos 32 tem 230m de comprimento e apresenta desnível altimétrico de 2,3m terminando na margem da lagoa Dos 32 (Figura 11). A morfologia da vertente é plana nos primeiros 180m, apresentando uma ruptura de declive suave de forma convexa nos últimos 50m da vertente, onde ocorre o desnível topográfico, tendo uma declividade de 2,5%.

##### **3.1.1 Macromorfologia**

Essa topossequência é constituída em toda a sua extensão por volumes que se diferenciam verticalmente e lateralmente pela textura e pela cor. Observa-se, entretanto, três setores distintos: um a montante, mais extenso, que corresponde ao setor de topo plano; um a jusante, associado ao setor convexo da vertente, incluindo uma faixa que antecede a ruptura de declividade e; um terceiro setor muito restrito, no sopé da topossequência, junto à margem da lagoa.

O volume superficial, que corresponde ao horizonte Ap, é arenoso e de coloração bruna escura (10YR 3/3) em todo o segmento do topo plano, passando para cores bruna-acinzentadas (10YR 4/2) após a ruptura convexa, e cinza na margem da lagoa (10YR 5/1). Apenas no setor de sopé da topossequência é que se observa uma perda mais pronunciada de argila nesse volume superficial. Abaixo dele aparece um volume areno-argiloso, de coloração bruna forte, ligeiramente avermelhada (7,5YR 4/6), que corresponde aos horizontes de transição AB e BA, no setor de montante. Este volume passa, a partir da sondagem 5, já próximo ao setor convexo da vertente, a funcionar como um horizonte AE e E, tornando-se mais claro (10YR 5/3) e cada vez mais arenoso. Nos setores de jusante, os seus limites, superior e inferior, são caracteristicamente mais irregulares (ondulados).

Abaixo desses volumes superficiais ocorre um outro de textura mais argilosa. No setor de montante, chega a ter cerca de 4% a 7% a mais de argila que os horizontes que estão acima e abaixo, exibindo cor bruna forte (7,5YR 5/6), com manchas

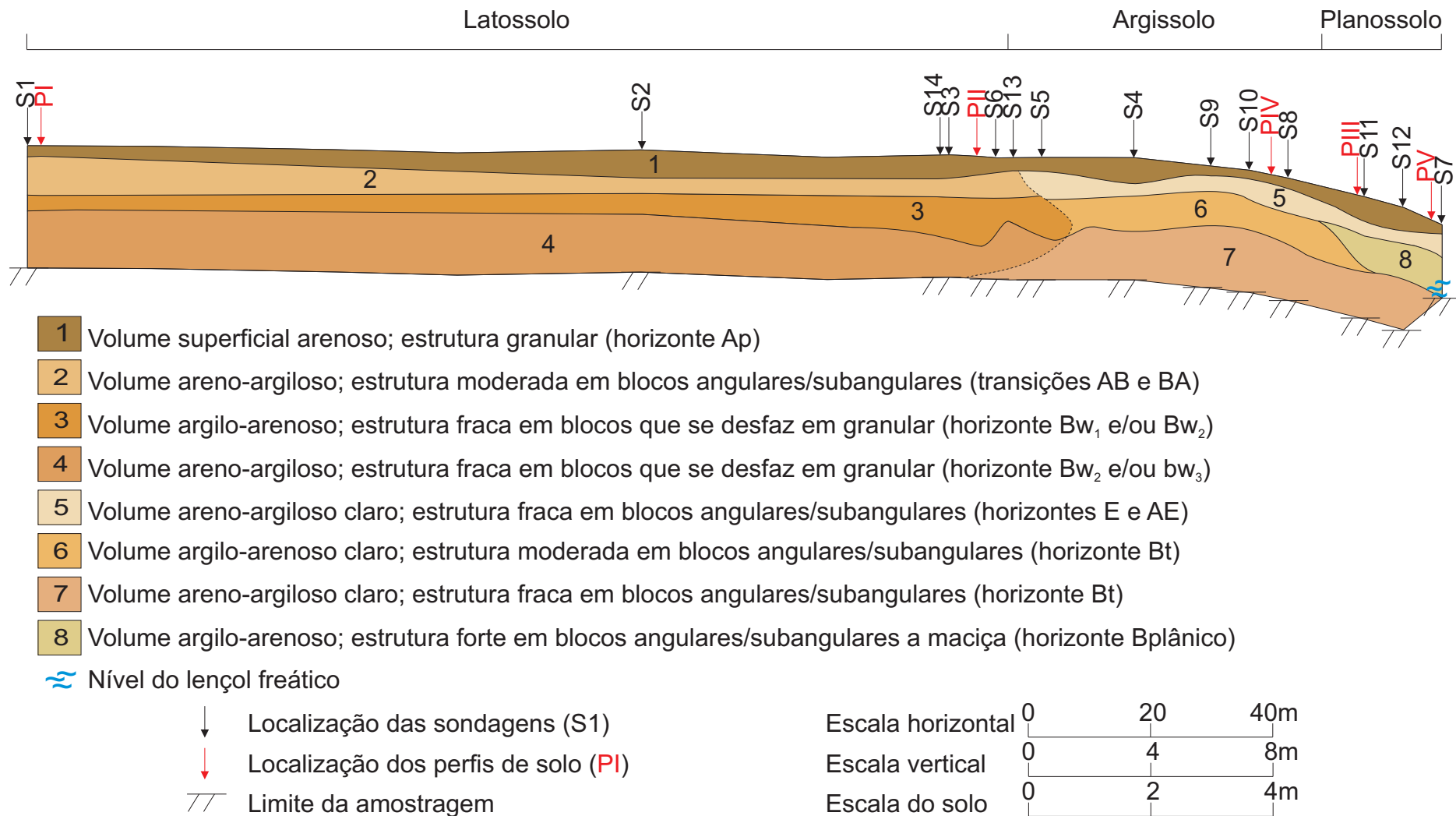


Figura 11. Topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil

verticais amarelo-avermelhadas (7,5YR 6/6). A jusante passa para cores bruna-amareladas mais claras (10YR 6/4) com manchas irregulares de cores mais escuras (7,5YR 5/8) e a cores acinzentadas no sopé. Esse volume, que corresponde ao horizonte Bw (Bw<sub>1</sub>, no perfil I, e ao Bw<sub>1</sub> e Bw<sub>2</sub>, no perfil II) no setor de montante, perde gradualmente e lateralmente as suas características de horizonte B latossólico e passa a exibir características de B textural no setor de jusante. No sopé, em função do maior enriquecimento em argila e ao forte contraste com o horizonte arenoso superior, se apresenta como B plânico.

No setor de montante, sob o volume argilo-arenoso, ocorre um volume um pouco mais arenoso de coloração bruna (7,5YR 5/6) que também apresenta algumas manchas verticais de cores mais claras. Compõe, juntamente com o volume acima, o horizonte Bw (Bw<sub>2</sub> e Bw<sub>3</sub>, no perfil I, e Bw<sub>3</sub> no perfil II). No setor de jusante, esse volume fica mais claro (10YR 7/4), mas mantém as mesmas características texturais, funcionando, contudo, como um Bt<sub>2</sub>. O lençol freático aparece acima desse horizonte, junto à margem da lagoa.

Assim, a distribuição dos solos ao longo da topossequência caracteriza um sistema pedológico composto por Latossolo Amarelo – Argissolo Acinzentado – Planossolo Háplico. O Latossolo ocorre no segmento plano da vertente e é formado pelos horizontes Ap e Bw (Bw<sub>1</sub>, Bw<sub>2</sub> e Bw<sub>3</sub>), apresentando transição lateral para o Argissolo próximo à ruptura de declive. O Argissolo, formado pelos horizontes Ap, E e Bt (Bt<sub>1</sub> e Bt<sub>2</sub>), apresenta transição gradual para o Planossolo, que ocorre no sopé da vertente, próximo à margem da lagoa Dos 32. O Planossolo apresenta o perfil constituído pelos horizontes Ap, E e Btg.

A coloração dos solos ao longo da topossequência revela indícios de mobilização do ferro na cobertura pedológica, indicando a passagem gradual de ambiente oxidante na maior parte da vertente para ambiente redutor no sopé. Variação de cores semelhantes à registrada para o sistema pedológico amostrado foi observada no entorno de outras lagoas e depressões associadas a essa superfície. Em área de pastagens mal conservadas, aparece grande quantidade de termiteiras, e, a diferença das suas cores demonstra a mesma tendência de variação do sistema pedológico em estudo.

### **3.1.2 Características analíticas**

#### **– Análise granulométrica**

Os gráficos de distribuição das frações do solo em profundidade (Figura 12), confeccionados a partir dos resultados das análises granulométricas das amostras referentes às 14 sondagens realizadas na topossequência I permitem observar um discreto acúmulo de argila em subsuperfície que se torna mais significativo em direção a lagoa. As curvas de isoargila (Figura 13) facilitam a observação e auxiliam a interpretação da distribuição do teor de argila ao longo da topossequência, que mostram uma variação, na maior parte da topossequência, paralela à superfície topográfica, onde os teores mais baixos, de 5% a 15%, ocorrem até aproximadamente 40cm de profundidade. Esses valores aumentam gradualmente, no setor de montante, até atingir valores da ordem de 25% a 30% acerca de 1m de profundidade. Esse nível um pouco mais enriquecido em argila é estreito no topo e se espessa em direção a jusante. Abaixo dele os teores de argila voltam a diminuir, não chegando, contudo, a menos de 20%.

Observa-se no setor de jusante que as curvas de isoargila, apesar de manterem o paralelismo com a superfície do solo, desenham volumes mais sinuosos. Somente no sopé é que esse paralelismo é perdido: primeiro pela forte redução de argila em superfície, menos de 5% até 70cm de profundidade e, depois, pelo aumento desse teor, que chega a 34%.

Os valores do teor de silte fino variam de 1,2% a 7,1%, e as isolinhas (Figura 14) revelam as maiores concentrações dessa fração na parte mais superficial, até 50-60cm de profundidade com valores maiores que 3%, sendo essas faixas paralela a superfície. Abaixo dos 50cm, quando os teores da fração silte fino são inferiores a 3%, não é mais tão nítido esse paralelismo com a superfície, uma vez que o material apresenta bolsas de teores menores que 2%. É possível observar um gradiente nos valores do silte fino apenas no sentido vertical, que diminui em profundidade, não sendo identificado gradiente nas variações dessa fração ao longo da topossequência.

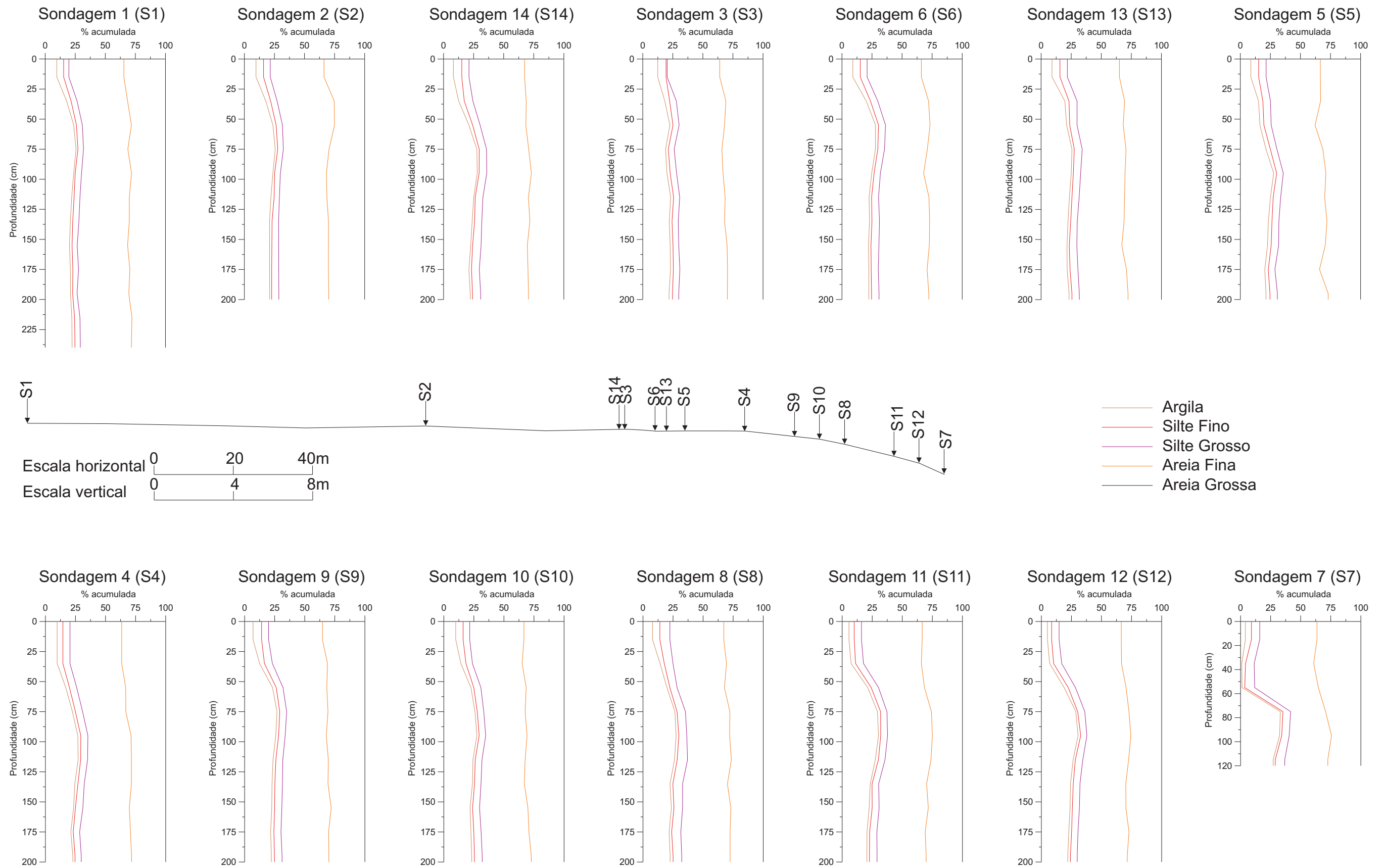
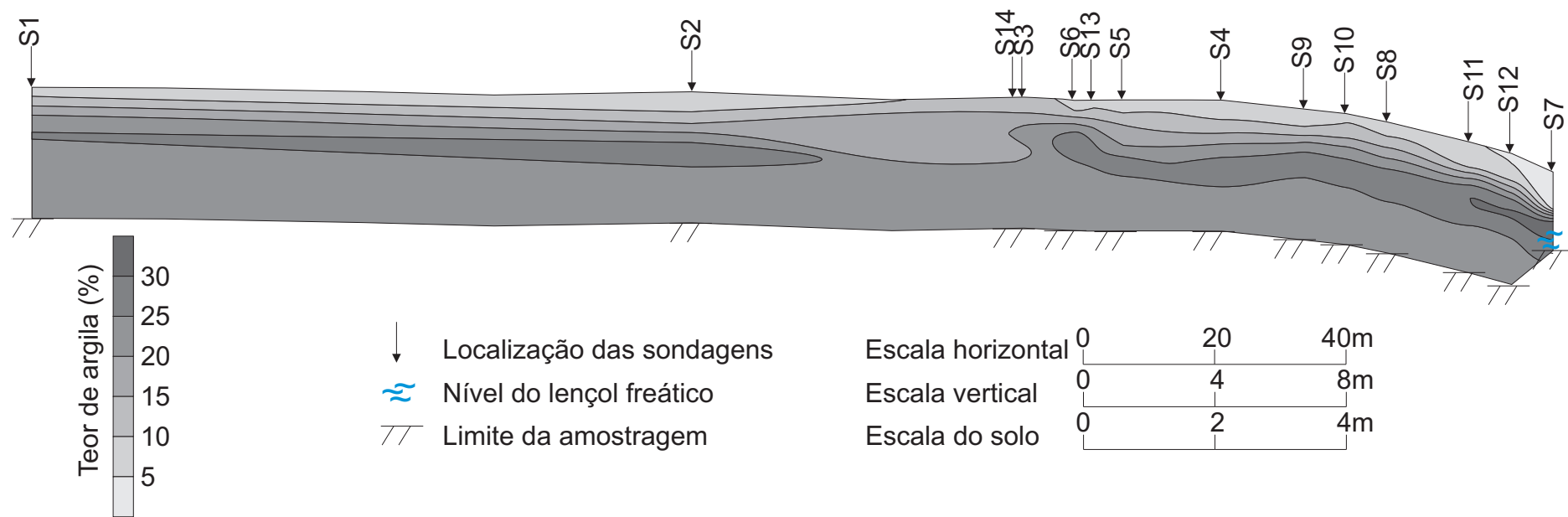


Figura 12. Distribuição granulométrica das sondagens ao longo da toposseqüência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil



**Figura 13.** Isolinhas de argila da toposseqüência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil

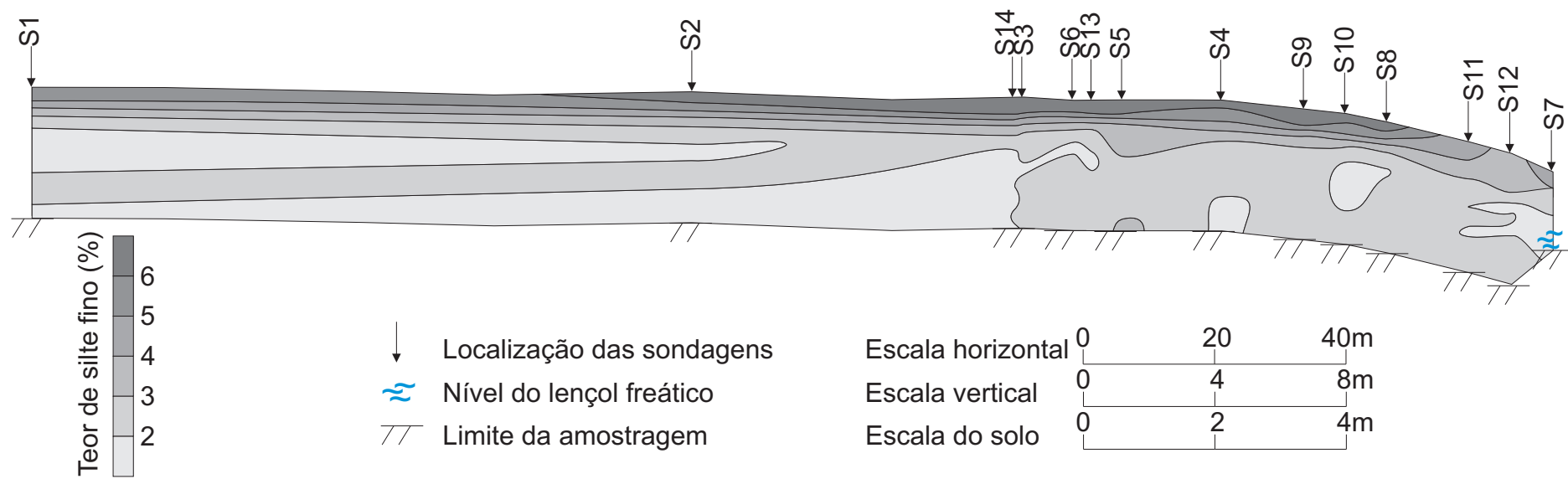


Figura 14 . Isolinhas de silte fino da toposseqüência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil

Os valores da fração areia fina variam de 29,1% a 53%, e encontram-se representados na Figura 15, que mostra a distribuição da fração areia fina na topossequência. As maiores concentrações dessa fração encontram-se em superfície, aumentando principalmente no sopé, próximo a margem da lagoa. É possível observar que ocorre, no setor plano da topossequência, a montante, uma redução nos valores dessa fração entre 60 e 100cm, e, já mais próximo à ruptura, ainda na parte plana, essa faixa aumenta de espessura e um novo nível mais empobrecido em areia fina aparece no seu interior, desenvolvendo-se de forma irregular em direção a margem da lagoa.

A fração areia grossa, apresentou variação 24,4% a 39,2%, e pelas isolinhas de areia grossa (Figura 16) é possível visualizar que os teores maiores que 30% encontram-se predominantemente nos 60-90cm superficiais, apresentando algumas irregularidades nessa distribuição no terço inferior da vertente, onde teores maiores que 30% chegam a aparecer até a 190cm de profundidade. Entre 70 e 130cm de profundidade, no terço inferior, ocorrem os menores teores dessa fração ao longo da topossequência.



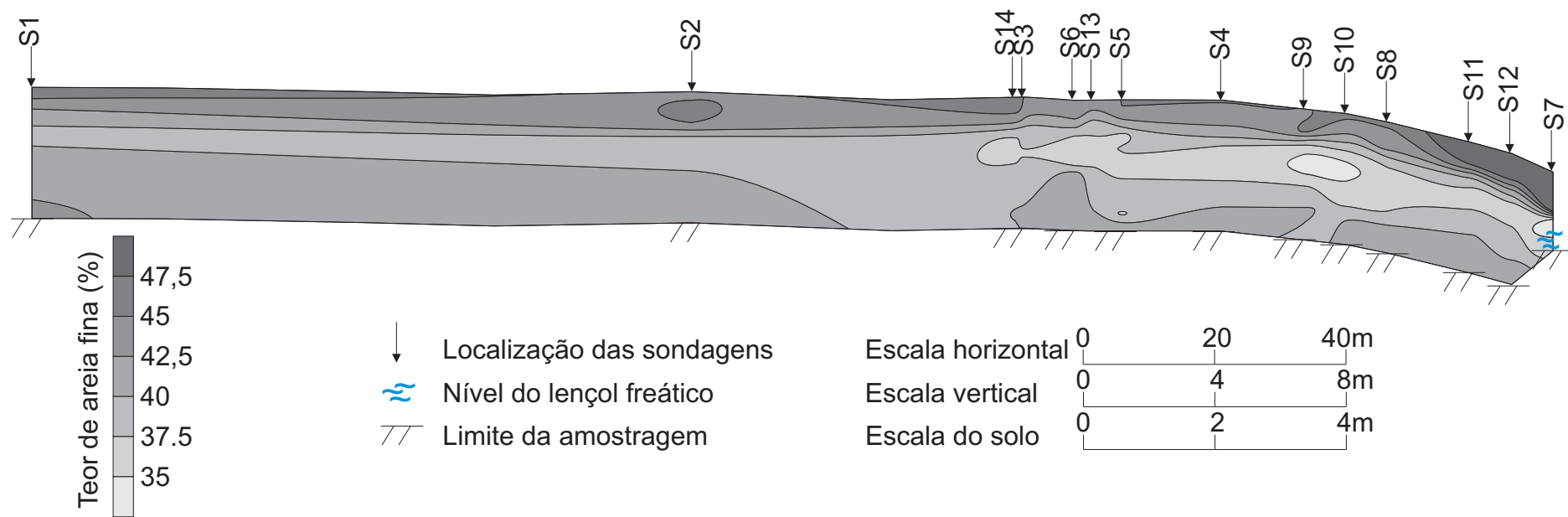


Figura 15 . isolinhas de areia fina da toposseqüência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil

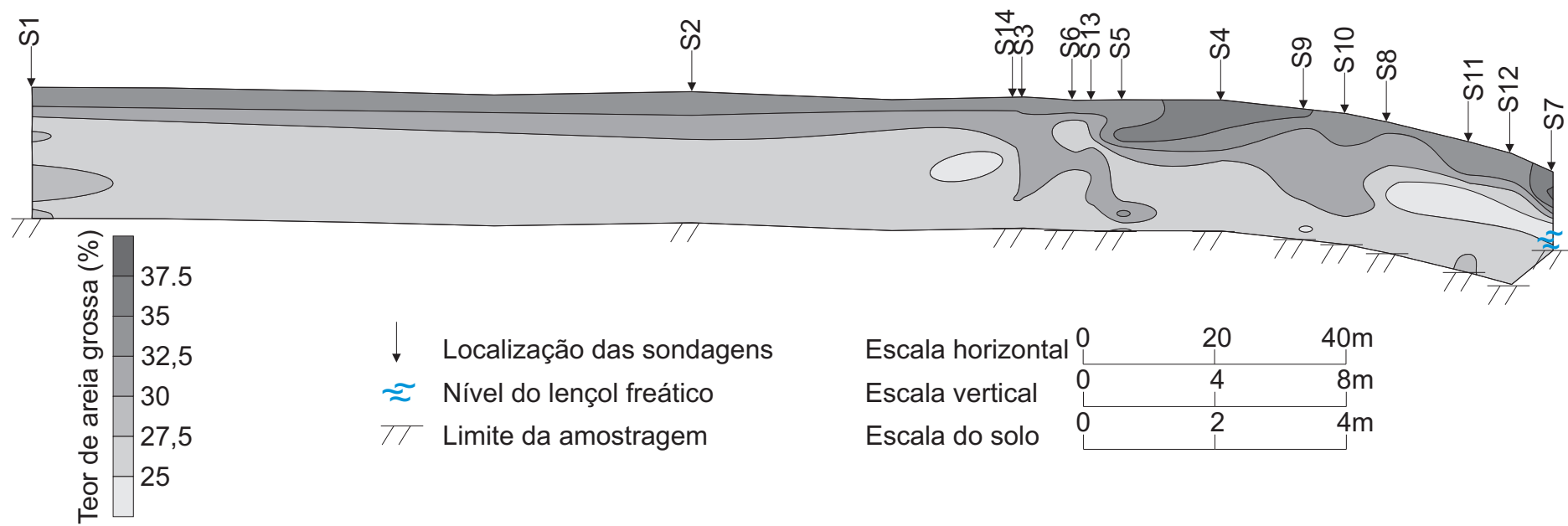


Figura 16. Isolinhas de areia grossa da topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil

### **– Argila dispersa em água**

Os resultados dos teores de argila dispersa em água variam de 0,1% a 23,3%. A distribuição dos teores dessa fração ao longo da topossequência encontra-se representada pelas isolinhas de argila dispersa em água (Figura 17). Uma camada superficial de aproximadamente 60cm ao longo de toda a topossequência apresenta teores de argila dispersa em água menores que 10%.

Abaixo desse nível superficial, forma um outro entre aproximadamente 50 e 90cm de profundidade no setor plano da vertente, onde os teores aumentam chegando a 15%. Essa faixa vai se espessando em direção ao sopé da vertente e, ao mesmo tempo, aumentam ainda mais os teores de argila dispersa em água. No terço inferior, essa zona chega a apresentar até 110cm de espessura chegando no sopé a atingir mais de 140cm de espessura, onde entre aproximadamente 70 e 100cm de profundidade encontram-se os maiores teores, superiores a 17,5% de argila dispersa em água.

Abaixo da camada em que se encontram os maiores teores de argila dispersa em água, os valores voltam a diminuir, sendo inferiores a 5% a partir da profundidade de 110cm, e ocorrendo em maiores profundidades até chegar ao sopé da vertente.

No meio do setor convexo da topossequência, na sondagem 8, foi identificada uma anomalia quanto à distribuição apresentada acima, uma vez que os teores de argila dispersa em água não ultrapassaram os 10% em nenhuma das amostras obtidas nesse ponto.

### **– Grau de flocculação**

O grau de flocculação apresentou uma grande amplitude nos seus valores, que variaram de 33% a 100%, e a distribuição desses valores está representada pelas isolinhas de grau de flocculação (Figura 18). A topossequência com as isolinhas de grau de flocculação pode ser dividida em dois níveis com uma zona de transição entre eles, e mais alguns pontos superficiais de comportamento aleatório.

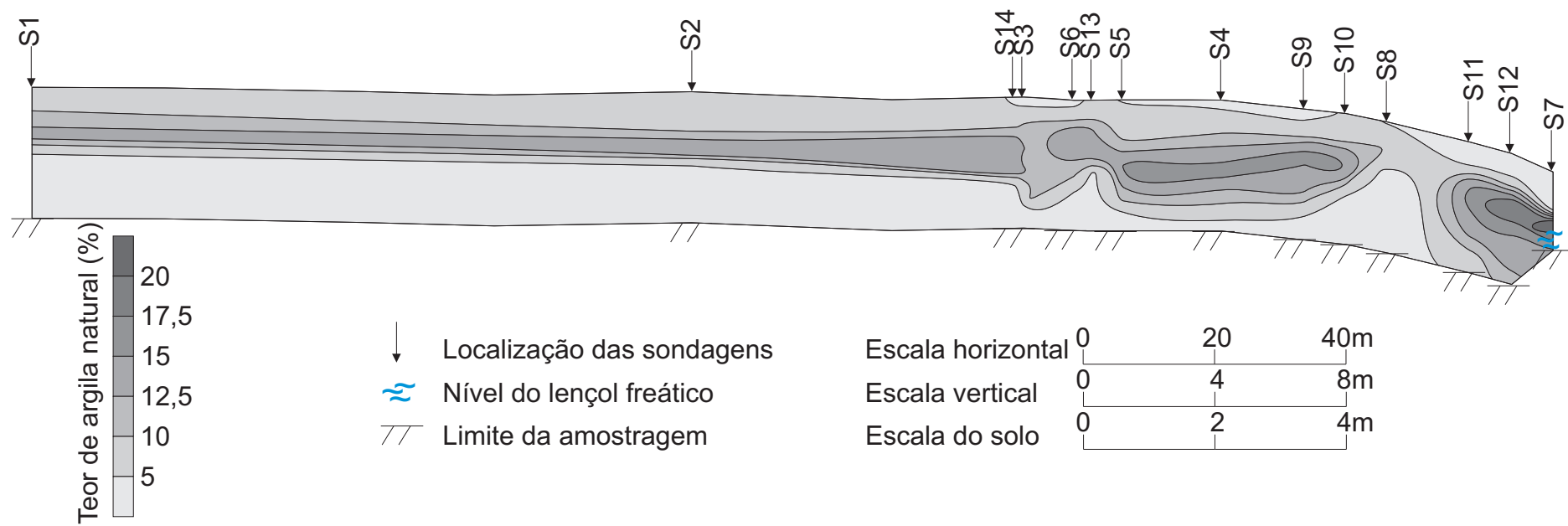


Figura 17. Isolinhas de argila natural da toposeqüência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil

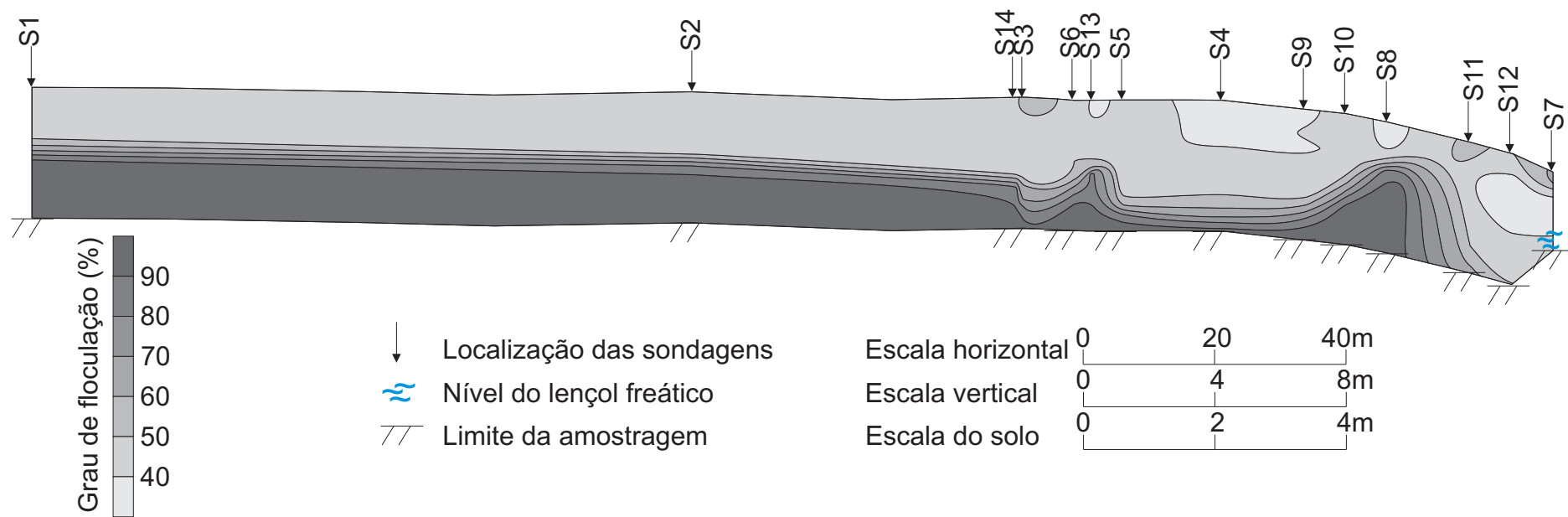


Figura 18. Isolinhas do grau de flocculação da toposseqüência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil

O nível superficial, com graus de floculação menores que 50%, apresenta um espessamento em direção ao sopé da vertente. A montante, na sondagem 1, chega até os 80cm de profundidade e, para jusante, na sondagem 14 atinge 115cm de profundidade; após esse ponto, em direção ao sopé da vertente, a espessura tende a aumentar ainda mais, chegando a atingir quase 200cm. Porém, no segmento compreendido pelas sondagens 10 e 8, ocorre um estreitamento e esse nível se reduz a 60cm de profundidade ficando com menos de 60cm de espessura, voltando a se espessar logo após, já próximo da margem da lagoa.

A zona de transição entre o nível superficial e o nível inferior tem aproximadamente 30 a 50cm de espessura e apresenta graus de floculação variando entre 50 e 90%.

O nível inferior, que apresenta graus de floculação acima de 90%, encontra-se no setor plano abaixo da profundidade de 110cm, diminuindo a sua espessura em direção ao sopé da vertente, até deixar de ocorrer dentro dos 200cm de profundidade. Porém, entre as sondagens 10 e 8, esse nível com graus de floculação baixos apresenta uma ascensão, ocorrendo abaixo dos 90cm de profundidade.

#### – Relação Silte/Argila

Os resultados da relação silte/argila (Tabela 5) foram predominantemente inferiores a 0,7, apresentado valores maiores apenas no setor mais superficial entre 0 e 35cm de profundidade, sendo, nesse caso, inferiores a 2. Somente na sondagem localizada no sopé da vertente (margem da lagoa) ocorreram valores maiores até os 55cm de profundidade.

**Tabela 5.** Valores da relação silte/argila para os pontos amostrados das 14 sondagens realizadas na topossequência I da margem da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil

Profundidade	Sondagens													
	1	2	14	3	6	13	5	4	9	10	8	11	12	7
15cm	1,1	1,6	1,6	0,6	1,3	1,4	1,5		1,8	1,2	1,8	1,9	1,9	3,0
35cm	0,5	0,9	0,9	0,5	0,5	0,5	0,7	1,1	0,9	0,7	0,8	1,4	1,4	10,3
55cm	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	8,8
75cm	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
95cm	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
115cm	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
135cm	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	
155cm	0,3		0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	
175cm	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	
195cm	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	

### – Condutividade hidráulica saturada

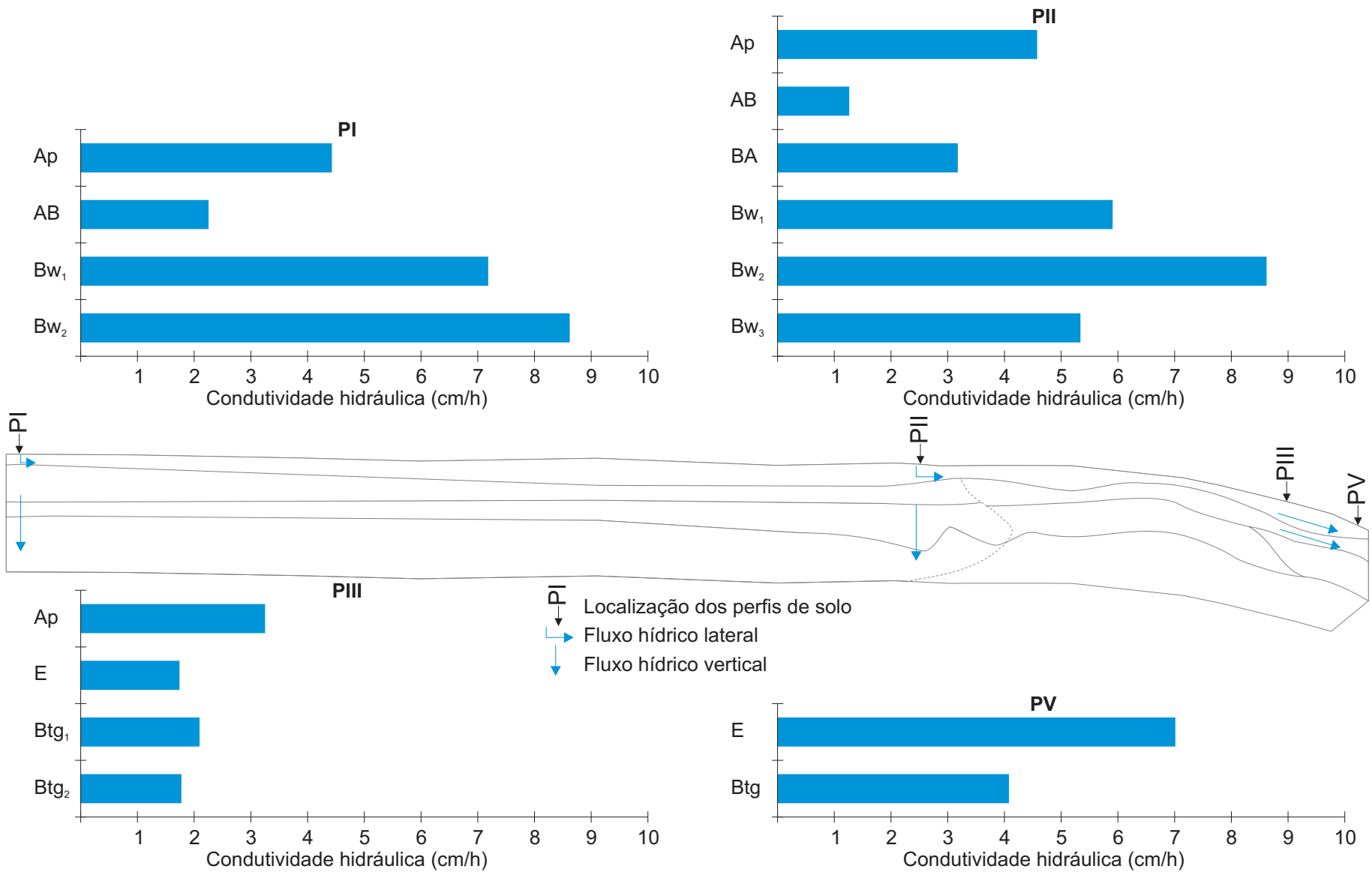
Os valores de condutividade hidráulica do solo saturado ao longo da topossequência de solos I variaram de 1,257cm/h a 8,615cm/h (Figura 19), o que corresponde às classes moderadamente lenta, moderada e moderadamente rápida.

Os horizontes superficiais (Ap) apresentaram taxas de condutividade do solo que variaram de 3,244cm/h a 4,422cm/h, sendo classificado como condutividade moderada.

Os horizontes que apresentaram as menores taxas de condutividade estão localizados em subsuperfície, correspondendo aos horizontes AB dos perfis I e II e horizonte E do perfil III, com respectivas taxas de 2,248cm/h, 1,257cm/h e 1,735cm/h. Pelo fato dos perfis I e II estarem localizados no segmento plano da vertente, é possível que esse nível com menor condutividade hidráulica contribua para saturação do horizonte superior por um período maior de tempo, promovendo também uma lenta circulação pelo mesmo. Os horizontes Btg<sub>1</sub> e Btg<sub>2</sub> também apresentam taxas de condutividade reduzidas, com 2,088cm/h e 1,769cm/h respectivamente, e por estar no setor convexo do terço inferior deve contribuir para o desenvolvimento de uma circulação hídrica predominantemente lateral em detrimento da vertical.

Os horizontes B latossólicos apresentaram as maiores taxas, variando entre 5,333cm/h e 8,615cm/h, desenvolvendo, portanto, circulação moderadamente rápida.

As taxas de condutividade hidráulica do solo saturado dos horizontes E e Btg do perfil V, são classificadas como moderadamente rápida e moderada respectivamente, mostrando uma circulação mais rápida no horizonte E, podendo gerar um fluxo lateral sub-superficial por esse horizonte.



**Figura 19.** Condutividade hidráulica e provável circulação hídrica na Toposeqüência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil

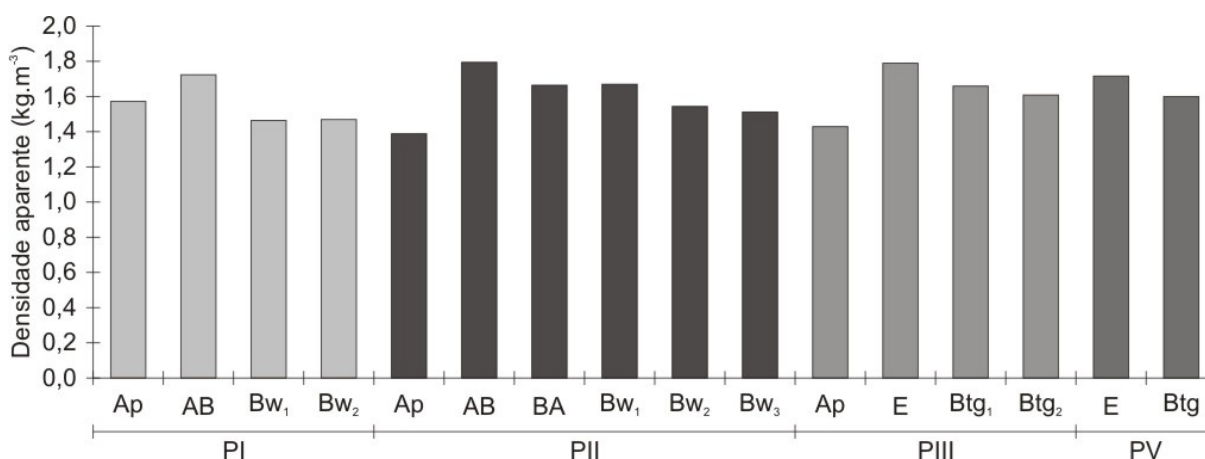


### – Densidade do solo

Os valores de densidade do solo (ou densidade aparente) variaram de  $1,39\text{kg m}^{-3}$  a  $1,79\text{kg m}^{-3}$  (Figura 20). No perfil I os menores valores da densidade ocorreram nos horizontes  $Bw_1$  e  $Bw_2$ , respectivamente com  $1,46\text{kg m}^{-3}$  e  $1,47\text{kg m}^{-3}$  e o maior valor,  $1,72\text{kg m}^{-3}$ , no horizonte AB.

No perfil II, o menor valor da densidade foi obtido no horizonte superficial ( $Ap$ ),  $1,39\text{kg m}^{-3}$ , enquanto que o maior valor foi obtido para o horizonte AB,  $1,79\text{kg m}^{-3}$  e foi diminuindo em profundidade até atingir o valor de  $1,51\text{kg m}^{-3}$  no horizonte  $Bw_3$ ; acontecendo comportamento semelhante no perfil III, onde a densidade no  $Ap$  foi menor e no E foi maior, diminuindo em profundidade.

No perfil V, os valores da densidade do solo ficaram bem próximos, sendo de  $1,72\text{kg m}^{-3}$  para o horizonte E, e  $1,60\text{kg m}^{-3}$  para o horizonte  $Btg$ .



**Figura 20.** Densidade do solo por horizontes dos perfis da topossequência de solos I da margem da lagoa dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil

### – Porosidade do solo

A distribuição da porosidade total, macroporosidade e microporosidade por horizontes do solo é apresentada na Figura 21.

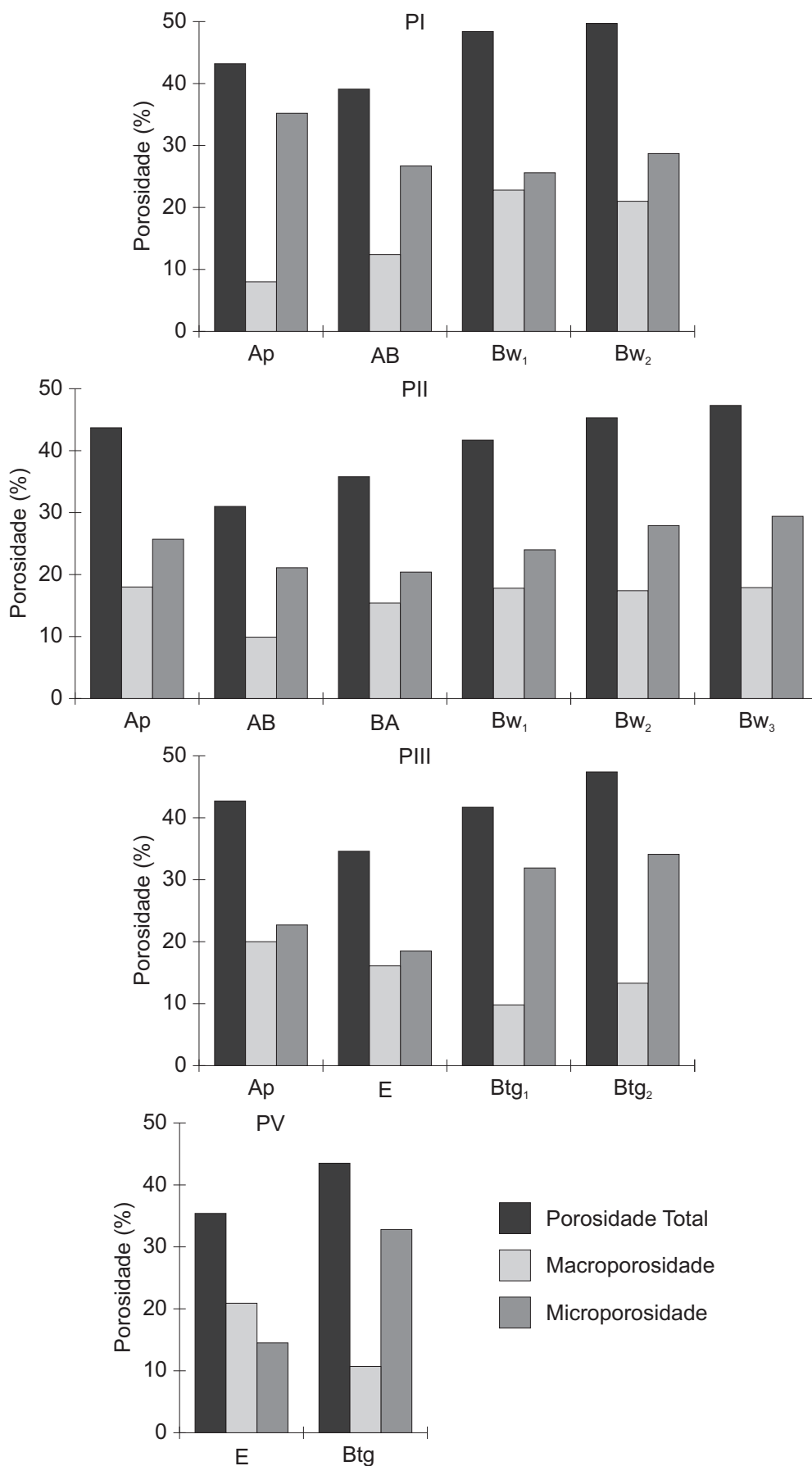
No perfil I, a porosidade total variou de 39,1% a 49,7%, apresentando uma pequena redução do horizonte  $Ap$  para o AB, voltando a aumentar no horizonte  $Bw_1$ , permanecendo constante deste para o  $Bw_2$ . A macroporosidade variou de 8% a 21%, aumentando do horizonte  $Ap$  para o horizonte  $Bw_1$ , mantendo-se no  $Bw_2$  próximo a esse valor. Os valores da microporosidade variaram de 25,6% a 35,2%,

apresentando uma redução do horizonte Ap para o AB, mas permanecendo semelhantes nos horizontes Bw<sub>1</sub> e Bw<sub>2</sub>. Assim percebe-se um aumento da macroporosidade em profundidade, acompanhada de redução da microporosidade, que atingem valores próximos nos horizontes latossólicos.

No perfil II, a porosidade total variou de 31% a 47,3%, apresentando uma redução de 12,7% da porosidade do horizonte Ap para o AB, passando a aumentar progressivamente em profundidade até o horizonte Bw<sub>3</sub>. Os valores da macroporosidade variaram de 9,9% a 18%, permanecendo constante em praticamente todo o perfil, tendo redução apenas no horizonte AB. Os valores de microporosidade variaram de 21,1% a 29,4%, apresentando uma pequena redução da porosidade nos horizontes AB e BA. A variação mais pronunciada da porosidade para esse perfil aconteceu no horizonte AB, que apresentou redução significativa da macroporosidade, assim como também uma redução da microporosidade.

No perfil III, a porosidade total variou de 34,6% a 47,4%, apresentando redução do horizonte Ap para o E, voltando a aumentar nos horizontes Btg<sub>1</sub> e Btg<sub>2</sub>. A macroporosidade variou de 9,8% a 20%, diminuindo progressivamente do horizonte Ap para o Btg<sub>1</sub>, tendo um leve aumento no horizonte inferior (Btg<sub>2</sub>). A microporosidade variou de 18,5% a 34,1%, apresentando menores valores nos horizontes mais superficiais (Ap e E) e aumento de aproximadamente 10% para os horizontes Btg<sub>1</sub> e Btg<sub>2</sub>. Ocorre assim, no perfil III, uma redução da macroporosidade em profundidade, enquanto apresenta um aumento mais significativo da microporosidade.

No perfil V, a porosidade total variou em 8,1% do horizonte E para o Btg, passando de 53,4% para 43,5%, respectivamente. A macroporosidade variou de 10,7% para 20,9% e a microporosidade de 14,5% para 32,8% do horizonte E para o Btg.



**Figura 21.** Porosidade do solo (total, macro e micro) para os solos da Topossequência de solos I do entorno da lagoa Dos 32, Terraço Taquarussu, MS, Brasil

## – Análises químicas

Os resultados das análises químicas realizadas encontram-se organizados no quadro de síntese geral das características analíticas que se encontra no Apêndice e na Tabela 6.

**Tabela 6.** Dados de pH em H<sub>2</sub>O e CaCl<sub>2</sub>, soma de bases (Valor S), capacidade de troca catiônica (Valor T) e saturação por bases (Valor V) dos horizontes dos perfis de solo descritos na topossequência I da margem da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil

Perfil	Horizonte		pH		Valor S	Valor T	Valor V
	Símb.	Prof. (cm)	H <sub>2</sub> O	CaCl <sub>2</sub>	cmolc kg <sup>-1</sup>		%
I	Ap	0-30	5,0	4,1	1,59	4,13	38,57
	AB	-36	4,9	4,5	1,53	3,56	42,91
	BA	-68	5,1	4,0	1,78	3,97	44,82
	Bw <sub>1</sub>	-110	5,3	5,3	1,72	3,75	45,85
	Bw <sub>2</sub>	-157	5,5	5,8	1,52	3,41	44,65
	Bw <sub>3</sub>	-200+	5,2	5,9	1,42	3,17	44,77
II	Ap	0-29	4,7	4,3	2,28	5,02	45,41
	AB	-44	5,0	4,9	2,1	4,29	48,90
	BA	-59	4,9	4,9	1,77	3,8	46,60
	Bw <sub>1</sub>	-107	4,9	5,1	1,77	3,96	44,75
	Bw <sub>2</sub>	-158	5,1	4,8	1,98	4,17	47,49
	Bw <sub>3</sub>	-200+	5,3	5,2	1,77	3,66	48,33
III	Ap	0-28	4,9	4,3	2,19	4,73	46,32
	E	-57	4,7	4,1	1,43	3,79	37,77
	BE	(53-62)	4,4	4,0	1,69	4,43	38,13
	Btg <sub>1</sub>	-104	4,3	3,8	1,12	4,3	26,05
	Btg <sub>2</sub>	-170+	4,0	3,6	0,36	3,78	9,54
IV	Ap	0-34	4,7	3,7	2,25	5,20	43,28
	E	-67	4,8	4,6	1,65	3,84	42,93
	Bt <sub>1</sub>	-102	5,1	4,4	2,38	4,41	53,98
	Bt <sub>2</sub>	-160+	4,7	5,5	2,36	4,25	55,50
V	Ap	0-10	4,0	3,5	1,62	5,90	27,45
	A/E	-27	4,1	3,7	1,01	3,20	31,57
	E	-70	4,2	3,9	0,52	2,14	24,42
	Btg	-120+	3,6	3,5	1,93	6,54	29,54

Os valores de pH em água variaram de 5,5 a 3,6, de moderadamente ácido a extremamente ácido, estando entretanto a maior parte dos valores na classe dos fortemente ácidos. Os valores de pH que se enquadraram na classe extremamente ácida ocorrem no sopé da vertente, ao longo de todo perfil V e no horizonte Btg<sub>2</sub> do perfil III. Apenas no horizonte Bw<sub>2</sub> do perfil I ocorreu o pH na classe moderadamente ácido.

Já os valores de pH em CaCl<sub>2</sub> variaram de 5,9 a 3,5, de acidez baixa até acidez muito alta. A classe de reação em CaCl<sub>2</sub> de acidez baixa ocorre apenas na base do perfil I, nos horizontes Bw<sub>3</sub> e Bw<sub>2</sub>. A classe de acidez média está também associada

principalmente aos horizontes B latossólicos, e ao horizonte Bt<sub>2</sub> do perfil IV, próximo à ruptura da vertente. Os volumes com acidez alta são os horizontes subsuperficiais relacionados ao segmento plano da vertente, ocorrendo nos horizontes AB, do perfil I, AB, BA e Bw<sub>2</sub>, do perfil II, e nos E e Bt<sub>1</sub> do perfil IV. Os perfis III e V, assim como os horizontes Ap dos demais perfis, apresentam acidez muito alta.

A distribuição dos valores de reação do solo em água apresenta-se mais homogênea, enquanto aquela obtida em solução de CaCl<sub>2</sub> apresenta uma distribuição mais irregular. Para ambas as classes de reação do solo, tanto em água como em solução de CaCl<sub>2</sub>, a acidez aumenta no setor convexo da vertente, atingindo os valores mais baixos próximo a margem da lagoa Dos 32. Porém as classes em CaCl<sub>2</sub> revelam também um aumento da acidez da base do perfil para a superfície no segmento plano.

As bases determinadas nas análises foram Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>. O Na<sup>+</sup> ocorre em muito pequena quantidade e não foi analisado. Das bases analisadas o Ca<sup>2+</sup> aparece sempre em maiores quantidades que os demais, variando de 0,27cmolc kg<sup>-1</sup> a 1,51cmolc kg<sup>-1</sup>. A distribuição é bem homogênea nos perfis I, II, e IV, onde apresentam apenas um leve aumento no teor a profundidades de aproximadamente um metro, estando, porém, sempre acima de 1cmolc kg<sup>-1</sup>. Nos perfis III e V, que correspondem aos Planossolos, existe uma redução no teor, em todo o perfil V e no horizonte Btg<sub>2</sub> do perfil III, onde ocorrem os menores valores.

O Mg<sup>2+</sup> apresentou teores que variaram de 0,09cmolc kg<sup>-1</sup> a 0,91cmolc kg<sup>-1</sup>. A distribuição desses valores tanto nos perfis, quanto ao longo da topossequência, não revelam gradiente, ocorrendo os maiores valores principalmente no horizonte superficial Ap.

Os valores de K<sup>+</sup> variaram de 0,01cmolc kg<sup>-1</sup> a 0,25cmolc kg<sup>-1</sup>. De maneira geral a distribuição foi maior em superfície diminuindo em profundidade, somente no perfil IV, do Argissolo, que o maior valor da topossequência ocorreu no horizonte E. Os menores valores ocorreram na margem da lagoa, onde todos os horizontes do perfil V apresentaram valores de 0,01cmolc kg<sup>-1</sup>.

Os solos ao longo da topossequência apresentam-se muito dessaturados, como indicam os valores das bases trocáveis, cuja soma, valor S variam de 0,36cmolc kg<sup>-1</sup>

a  $2,38 \text{ cmolc kg}^{-1}$ . A variação do valor S desses valores ao longo da topossequência revela, comparativamente, uma maior concentração de bases no perfil IV, que corresponde ao Argissolo, e as menores concentrações nos Planossolos, perfis III e V, ressaltando-se sempre que em todos os horizontes os valores obtidos são muito baixos.

A capacidade de troca de cátions (T), por sua vez, varia de  $2,14 \text{ cmolc kg}^{-1}$  a  $6,54 \text{ cmolc kg}^{-1}$  com, entretanto, uma maior concentração dos valores próximo a 4. Os maiores valores de T estão relacionados aos solos com os maiores valores de acidez potencial, o que pode também indicar a possibilidade de ocorrência de caráter alumínico e/ou álico para aqueles de T muito altos, como ocorre no horizonte Bt dos Planossolos.

Considerando-se, ainda, os valores de T, é possível, ainda, calcular a atividade da fração argila e, com esse dado, deduzir a provável composição mineralógica. Assim, aplicando-se a equação  $(CTC \text{ pot} \times 100)/\text{argila}$ , verifica-se que ao longo de toda a topossequência os solos apresentam argila de atividade baixa, o que indica a presença de argilominerais 1:1 (caulinita) e óxidos e hidróxidos.

Os Latossolos e os Planossolos possuem saturação por bases (V) inferiores a 50% em seus horizontes diagnósticos, assim como nos horizontes superficiais, sendo assim classificados como Latossolos Amarelo Distróficos e Planossolos Háplicos Distróficos. O Argissolo apresenta valores de V superiores a 50% nos horizontes B e inferiores nos horizontes A e E, como o valor é superior no horizonte diagnóstico Bt, o solo é classificado como Argissolo Acinzentado Eutrófico.

Os valores de carbono orgânico, também são baixos, variando de  $4,17 \text{ g dm}^{-3}$  a  $21,57 \text{ g dm}^{-3}$ . Os maiores valores de carbono orgânico encontram-se em superfície, diminuindo gradualmente em profundidade. Os horizontes B, apresentaram valores inferiores a  $6,05 \text{ g dm}^{-3}$ . O horizonte Ap, de maneira geral apresenta um aumento na quantidade de carbono orgânico em direção a jusante, onde atinge teores superiores a  $20 \text{ g dm}^{-3}$ , no perfil V, localizado na margem da lagoa.

Com relação aos micronutrientes, o Fe é o mais abundante, sobretudo no segmento plano, onde os teores são maiores na superfície chegando atingir valores de  $210 \text{ mg dm}^{-3}$ , enquanto que nos horizontes subsuperficiais tendem a permanecer próximo de

55mg dm<sup>-3</sup>. No segmento convexo, onde ocorrem os Planossolos, os valores de Fe disponíveis deixam de ser maiores em superfície, no perfil III, os maiores valores ocorrem nos horizontes E e BE, permanecendo acima de 78mg dm<sup>-3</sup> nos horizontes Btg. Já no sopé da vertente, os teores de ferro não ultrapassam 60mg dm<sup>-3</sup>.

Os valores de Cu apresentam-se ligeiramente mais elevados no primeiro metro de solo, reduzindo um pouco os valores em maiores profundidades. Lateralmente a distribuição desse elemento apresenta um aumento sutil e progressivo do perfil I (cerca de 1,5mg dm<sup>-3</sup>) para o perfil III (cerca de 3,2mg dm<sup>-3</sup>), passando então a apresentar uma grande redução em seus teores no perfil V (0,3mg dm<sup>-3</sup> em média).

A variação nos valores de Mn são de 0,10mg dm<sup>-3</sup> a 79,40mg dm<sup>-3</sup>, apresentando os maiores valores em superfície, e após um metro de profundidade os valores são muito reduzidos, normalmente inferiores a 1mg dm<sup>-3</sup>. No perfil IV, os valores são maiores tanto em superfície como em profundidade. Os valores do Mn no perfil V são maiores em superfície e em profundidade superior a 0,7m.

Os valores de Zn apresentam pequena variação, entre 0,13mg dm<sup>-3</sup> e 2,40mg dm<sup>-3</sup>. Os valores acima de 2mg dm<sup>-3</sup> ocorrem preferencialmente no horizonte Ap; somente no perfil V é que os maiores valores ocorrem no horizonte EA.

Os valores de Boro variaram entre 0,19mg dm<sup>-3</sup> e 0,45mg dm<sup>-3</sup>, sem apresentar relações na variação com a profundidade e lateralmente. De forma semelhante é o comportamento do enxofre que varia de 2,24mg dm<sup>-3</sup> a 13,39mg dm<sup>-3</sup>.

A grosso modo, a maior parte dos dados das análises químicas apresentam gradientes no sentido vertical e lateral na topossequência, onde a maioria dos elementos mostram redução nos seus valores em profundidade e em direção à margem da lagoa.

### **3.1.3 Micromorfologia**

As descrições da micromorfologia dos solos da topossequência I da margem da lagoa Dos 32 são apresentadas, verticalmente, da base para o topo da sequência e, lateralmente, do segmento plano para o segmento convexo da vertente. No segmento plano, os horizontes  $Bw_3$  e  $Bw_2$  descritos nos perfis I e II, corresponde ao volume 4 indicado na topossequência (Figura 11). Esses horizontes são constituídos em média por 60% de material grosseiro, 10% a 15% de material fino e 25% a 30% de poros, com microestrutura complexa de empilhamento de grãos simples, revestidos por película de material fino, e microagregados, formando uma estrutura de base predominantemente quito-enáulica (Figura 22-A).

Apresentam também zonas mais contínuas com 50% a 70% de material grosseiro, 20% a 30% de material fino e 10% a 20% de poros, onde os microagregados são parcialmente soldados uns aos outros, formando um material com estrutura de base porfiro-enáulica à porfírica (Figura 22-B). No perfil I essas zonas correspondem a uma pequena área da lâmina do horizonte  $Bw_3$ , não sendo observada no horizonte  $Bw_2$ , entretanto, aumentam significativamente para jusante, onde passa a ocupar, no perfil II, uma área maior no  $Bw_3$  e aparece de forma ainda mais contínua em algumas áreas do  $Bw_2$ .

O material grosseiro é constituído predominantemente por grãos de quartzo, com raros grãos de minerais pesados e nódulos opacos. Os grãos de quartzo são distribuídos aleatoriamente e não são selecionados. A forma dos grãos é predominantemente semi-esférica, ocorrendo também alguns mais alongados, com bordas arredondadas a subarredondadas. Os grãos de quartzo maiores apresentam-se mais fissurados com alteração do tipo linear e poucos com golfos de dissolução nas bordas. Essas alterações ocorrem em maior quantidade nas áreas com maior porosidade.

O material fino é composto por dois materiais distintos, um predominante de cor vermelha e outro de coloração mais clara, amarela-brunada, que ocorre principalmente nas áreas mais porosas. Ambos os materiais não são límpidos, nem apresentam variação de cor sob luz polarizada cruzada. De forma geral, apresentam fábrica birrefringente fraca e descontínua dos tipos estriada (granoestriada,

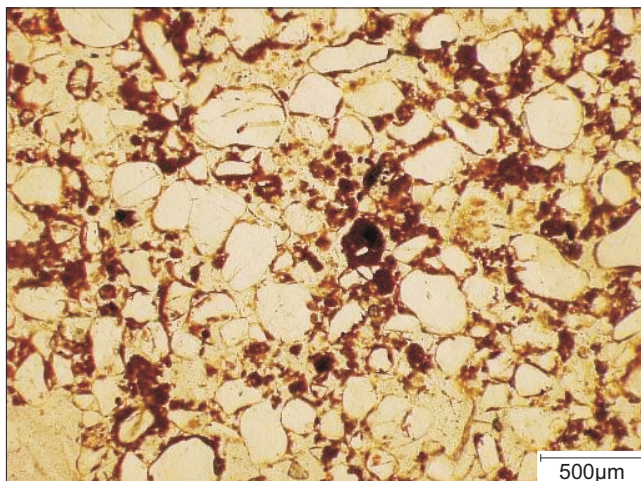


monoestriada) e indiferenciada, sendo comum a ocorrência apenas nas áreas em que a estrutura de base é pórfiro-enáulica e porfírica.

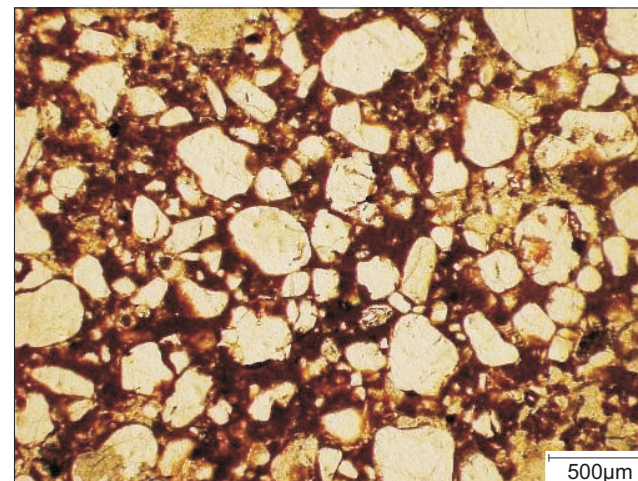
O material fino avermelhado encontra-se organizado principalmente na forma de microagregados com tamanhos que variam até 0,5mm de diâmetro. Os mais comuns possuem diâmetros inferiores a 0,2mm, apresentam forma esferoidal, são arredondados de bordas onduladas com passagem gradual para material mais fino de coloração amarela-brunada. Microagregados com bordas nítidas são mais raros. Os microagregados maiores podem apresentar no seu interior grãos muito pequenos de material grosseiro. O material fino amarelado presente nas bordas dos agregados, nas áreas contínuas, se localiza preferencialmente próximo aos poros.

A porosidade é do tipo complexa de empacotamento de grãos e microagregados, ocorrendo secundariamente cavidades policôncavas e canais. As cavidades policôncavas estão associadas às áreas pórfiro-enáulicas e porfíricas. Os raros canais cortam o fundo matricial principalmente no sentido vertical, tendo dimensões de 0,5mm a 1,5mm de diâmetro e com até 3mm de comprimento. Associado às paredes desses canais é possível observar um clareamento e diminuição do material fino do fundo matricial. Lateralmente esse volume apresenta transição para o horizonte Bt (volume 7 na topossequência).

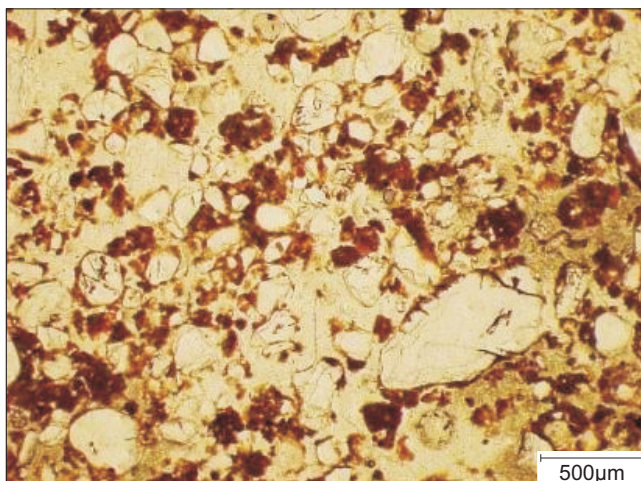
O horizonte  $Bw_1$ , descrito nos perfis I e II, está sobreposto ao horizonte  $Bw_2$  e, corresponde ao volume 3 representado na topossequência. O fundo matricial desse horizonte é constituído em média por 45% de material grosseiro, 20% a 25% de material fino e 30% a 35% de poros, mantendo a microestrutura complexa de empilhamento de grãos simples, com a maioria deles revestidos por películas de material fino, e microagregados, como foi observado no volume anterior, mas aparentemente mais aberto, formando estrutura de base predominantemente quito-enáulica a quito-gefúrica (Figura 22-C). Também são observadas zonas onde o fundo matricial se apresenta organizado em microagregados, que em grande parte aparecem soldados entre si, tornando-se mais contínuo em alguns setores, apresentando uma estrutura de base caracteristicamente pórfiro-enáulica (Figura 22-D).



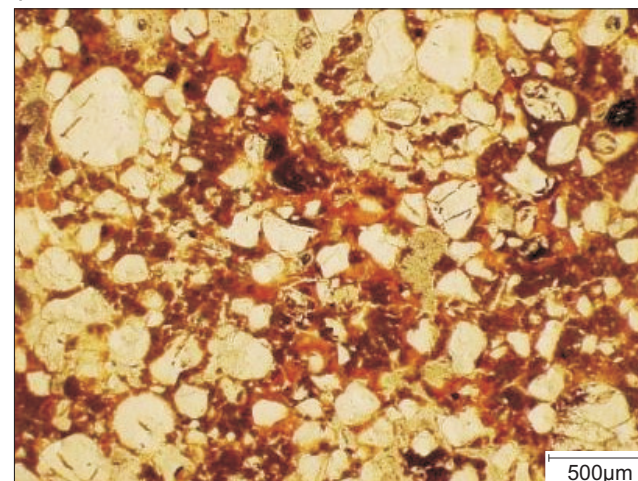
**A.** Estrutura de base quito-enáulica predominante no volume 4. Horizonte  $Bw_3$ , perfil I.



**B.** Estrutura de base pórfiro-enáulica a porfírica que ocorre secundariamente no volume 4. Horizonte  $Bw_2$ , perfil II.



**C.** Estrutura de base quito-enáulica a quito-gefúrica predominante no volume 3. Horizonte  $Bw_1$ , perfil II.



**D.** Estrutura de base pórfiro-enáulica que ocorrem em algumas zonas do volume 3. Horizonte  $Bw_1$ , perfil II.

**Figura 22.** Prancha 1 com fotomicrografias dos volumes 4 ( $Bw_3$  e  $Bw_2$ ) e 3 ( $Bw_1$ ), da topossequência de solos I da margem da lagoa Dos 32

O material grosseiro, assim como nos volumes anteriormente apresentados, é constituído predominantemente por grãos de quartzo, não selecionados e distribuídos aleatoriamente. Apresenta uma grande quantidade de grãos, com alteração linear e por cáries, que são em número um pouco menor na área de estrutura de porfírica.

Nesse horizonte o material fino é composto por três materiais que se distinguem entre si principalmente pela cor e limpidez. Os materiais vermelho escuro e marrom claro, não são límpidos e não apresentam variação de cor sob luz polarizada cruzada, e apresentam fábrica birrefringente do tipo granoestriada, delicada, pequena e descontínua; e monoestriada, pouca, pequena e delicada. O material vermelho escuro é o principal constituinte dos microagregados, que também aqui apresentam diâmetro inferior a 0,5mm, são bem desenvolvidos com forma esférica e bordas lisas a pouco onduladas, não acomodados e distribuídos aleatoriamente.

O material marrom claro apresenta-se como uma faixa de forma irregular nas bordas dos microagregados, muitas vezes formando pontes entre eles e, ainda, em alguns pontos no seu interior. É este material fino, também, que predomina na zona porfírica, onde os microagregados estão desestabilizados e soldados formando uma microestrutura contínua.

O material de cor laranja, límpido e com alteração de cor sob luz polarizada cruzada apresentando extinção, corresponde ao material dos preenchimentos, revestimentos e/ou fragmentos dessas feições pedológicas, que aparecem nesse horizonte. A porosidade predominante nesse volume é do tipo complexa de empilhamento de grãos simples e microagregados, e do tipo canais, que ocorrem na zona de estrutura de base enáulica. Já na zona onde a estrutura de base é do tipo porfírica a porosidade predominante é do tipo cavitária, com cavidades policôncavas, assim como por canais, que a semelhança dos encontrados na zona enáulica apresentam-se circulares à alongados, com diâmetro que variam de 0,5mm a 1,5mm, com paredes irregulares, distribuídos aleatoriamente.

Nos poros são encontradas também feições pedológicas texturais como preenchimentos e revestimentos, principalmente nas zonas de microestrutura

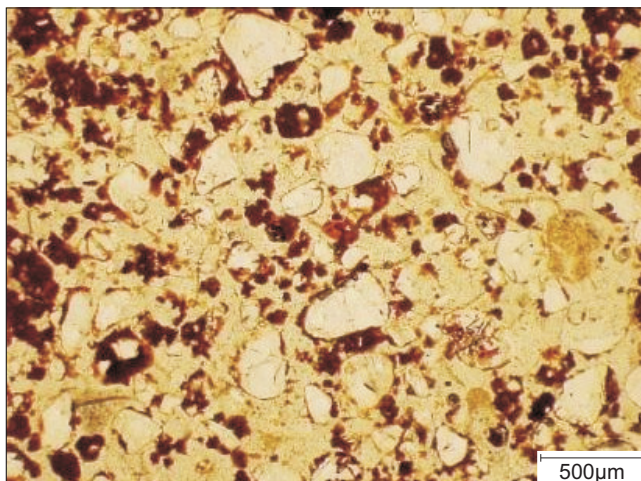
contínua, e fragmentos dessas feições nas zonas de microestrutura complexa de empilhamento de grãos e agregados, ou seja, nas áreas de maior porosidade.

Esse horizonte apresenta lateralmente, em direção ao sopé da vertente, transição para o horizonte Bt<sub>1</sub>. Os horizontes de transição AB e BA, situados acima do horizonte Bw<sub>1</sub>, correspondem na topossequência ao volume 2, setor da topossequência onde ocorre a cobertura latossólica. Esse volume, no perfil I, apresenta características semelhantes ao material do horizonte Bw<sub>1</sub>, volume inferior (3). É constituído por aproximadamente 45% de material grosseiro, 15% a 20% de material fino e 35% a 40% de poros, com microestrutura composta por empilhamento de grãos simples, com fina película de material fino, e microagregados, formando uma estrutura de base quito-enáulica (Figura 23-A).

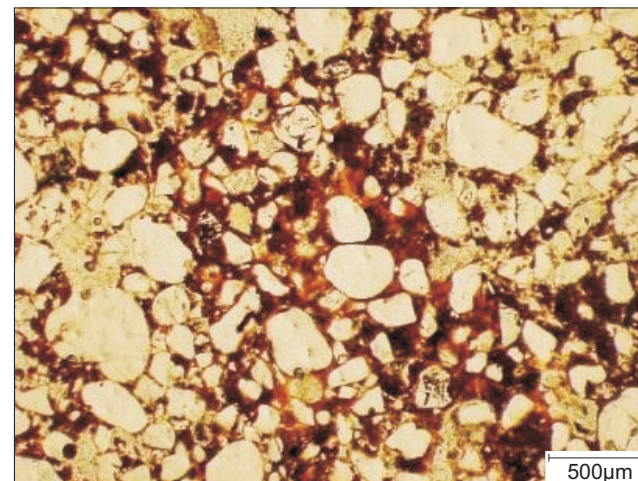
Ocorre próximo a base desse volume, horizonte BA, zonas com microestrutura complexa composta por microagregados em meio a zonas mais contínuas onde o material grosseiro é mais abundante e também está mais adensado, envolvido por material fino compondo uma estrutura de base predominantemente pórfiro-enáulica, mas que se diferencia das observadas anteriormente pela maior quantidade de material grosseiro (Figura 23-B).

Ainda no horizonte BA existem zonas com estrutura de base semelhante àquelas descritas como pórfiro-enáulicas, mas que se distinguem dessas pela ocorrência frequente de campos de iluviação, feições pedológicas texturais de preenchimento e revestimento, e que são os responsáveis pelo aspecto contínuo desses setores (Figura 23-C e D). O fundo matricial dessa zona é constituído por aproximadamente 45% de material grosseiro, 45% de material fino dos quais, cerca de 25% encontram-se na forma de preenchimentos e revestimentos, e 10% de poros.

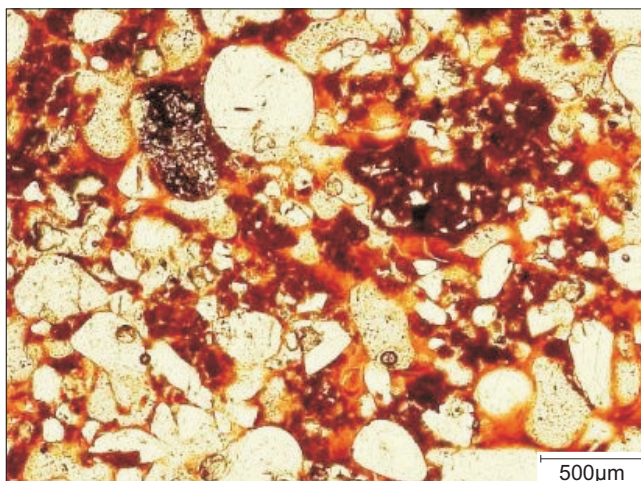
A jusante, perfil II, ele apresenta as mesmas zonas, porém em proporções diferentes. A zona pórfiro-enáulica passa a ocorrer em todo o horizonte BA, tendo, entretanto, apenas alguns poucos pontos com iluviação.



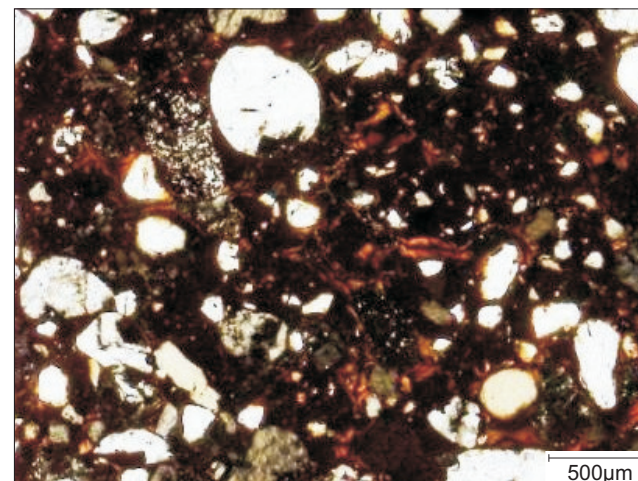
**A.** Estrutura de base quito-enáulica predominante no volume 2, semelhante a encontrada no volume 3. Horizonte BA, perfil I.



**B.** Estrutura de base quito-enáulica com zonas de estrutura pórfiro-enáulica (ao centro) que ocorre secundariamente no volume 2. Horizonte AB, perfil II.



**C.** Estrutura de base pórfiro-enáulica com campos de iluviação do volume 2. Horizonte BA, perfil I.



**D.** Estrutura de base pórfiro-enáulica com campos de iluviação do volume 2 sob luz polarizada cruzada. Horizonte BA, perfil I.

**Figura 23.** Prancha 2 com fotomicrografias dos volume 2 (horizontes transicionais AB e BA), da toposseqüência de solos I da margem da lagoa Dos 32

Nessa mesma posição do relevo, a estrutura de base quito-enáulica dominante no horizonte AB, a montante, passa a ser preferencialmente enáulico-gefúrica, com as seguintes proporções do fundo material, 65% de material grosseiro, 10% de material fino e 25% de poros.

É nesse horizonte (AB) que aparece a zona porfírica gerada pelos campos de iluviação, observados apenas no horizonte BA, a montante. Verifica-se, deste modo, que junto à ruptura essas feições passam a ocorrer mais superficialmente.

O material grosseiro é semelhante aos já descritos nos outros volumes, assim como o material fino.

A porosidade predominante ainda é do tipo complexa por empilhamento de grãos simples e microagregados, correspondendo, a montante, à aproximadamente 70% dos espaços vazios. Entretanto, no perfil II, o tipo de poros que predominam são as cavidades policoncavas, associadas ao adensamento dos microagregados e dos grãos de quartzo e às zonas contínuas pelo efeito da iluviação. A porosidade de canais em seções longitudinais aparece por todo o volume, estando muitas vezes parcialmente preenchidos por material grosseiro. Porosidade por fissuras também são observadas fragmentando agregados e preenchimentos.

Feições pedológicas texturais são encontradas por todo esse volume, ocorrendo no perfil I mais próximo à base do volume e de forma mais intensa no perfil II, próximo ao topo do volume, respectivamente nos horizontes BA e AB. As feições são compostas principalmente por revestimentos e preenchimentos típicos, crescentes, sendo os argilosos densos completos e densos incompletos e de materiais grosseiros soltos, contínuos.

Lateralmente esse volume vai apresentar transição para o volume 5, que é constituído pelos horizontes E e EA, do Argissolo e Planossolo. Acima desse volume encontra-se o volume 1 (Ap).

O superficial Ap, que corresponde ao volume 1, ocorre ao longo de toda a topossequência apresentando, contudo, variações de montante para jusante. O fundo matricial é constituído por 65% a 80% de material grosseiro, 5% a 10% de material fino e 15% a 25% de poros.

A microestrutura desse horizonte no segmento plano, ou seja, sobre a cobertura latossólica, é composta por grãos simples, parcialmente revestidos por material fino, que também forma pontes entre os grãos, configurando uma estrutura de base quito-gefúrica (Figura 24-A), e localmente, setores mônicos e enáulicos.

Lateralmente, quando esse horizonte compõe a cobertura argissólica, ocorre uma redução dos grãos revestidos por película de material fino, característica esta que se acentua para jusante, sobre a cobertura planossólica, onde esses revestimentos se tornam muito raros, configurando aí uma estrutura de base mono-gefúrica (Figura 24-B).

O material grosseiro é composto predominantemente por grãos de quartzo, ocorrendo raros grãos de minerais pesados e nódulos. Observa-se, ainda, um aumento na quantidade de grãos maiores (areia grossa) em relação aos horizontes sotopostos.

O material fino apresenta variação na coloração de bruna-avermelhada-escura a bruna-escura no segmento de cobertura latossólica, organizado principalmente em películas revestindo os grãos minerais e em pontes entre eles. O material fino não é límpido e nem apresenta variação de cor sob luz polarizada cruzada. Para jusante, na cobertura argissólica e planossólica apresentam variações: torna-se bruno, organizado principalmente em forma de pontes ligando os grãos de quartzo e muito poucas películas descontínuas em grãos; em seguida passa para preto no segmento da cobertura planossólica, organizando-se predominantemente de forma granular constituído por pelotas fecais.

Uma grande quantidade de restos orgânicos é observada nesse volume, compostos principalmente por fragmentos vegetais de cortes de raízes em seções preferencialmente oblíquas e transversais, sendo raras as seções longitudinais. A cor desse material orgânico, assim como a birrefringência, apresenta uma grande variação devido aos estágios de decomposição em que se encontram.

A porosidade é composta principalmente por empacotamento de grãos, ocorrendo também canais, que em sua maioria contém fragmentos vegetais.

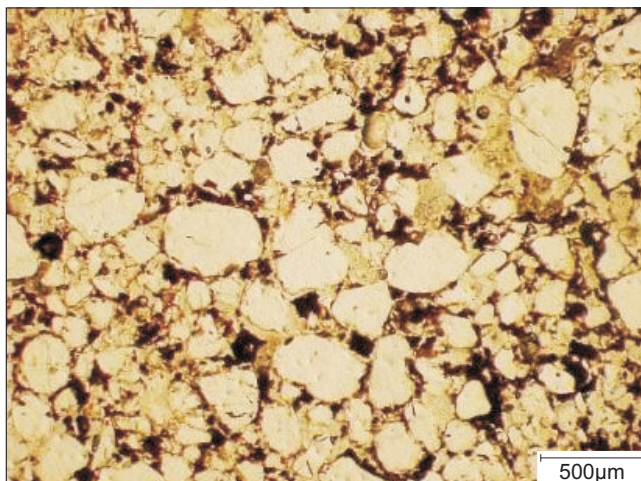
No setor convexo da topossequência, como já foi visto anteriormente, os horizontes  $Bw_3$  e  $Bw_2$  (volume 4) passam lateralmente para o horizonte  $Bt_2$  da cobertura argissólica e, mais a jusante, para o  $Btg_2$  da cobertura planossólica (ambos compõem o volume 7). Esse volume 7 difere daquele de montante (volume 4) principalmente pela coloração do material que é mais clara no  $Bt_2$  e é mais clara e mosqueada no  $Btg_2$ , porém nas lâminas delgadas essas variações na coloração estão pouco evidentes.

O fundo matricial é constituído por 50% a 60% de material grosseiro, 15% a 20% de material fino e 20% a 35% de poros. Aqui, a estrutura de base quito-enáulica, característica dos horizontes B latossólicos de montante, dá lugar a uma microestrutura ainda pórfiro-enáulica, mas onde os setores porfíricos fechados passam a ocorrer de forma mais significativa (Figura 24-C). Nos setores porfíricos, tanto no  $Bt_2$  quanto no  $Btg_2$ , ocorre uma porosidade fissural importante (Figura 24-D).

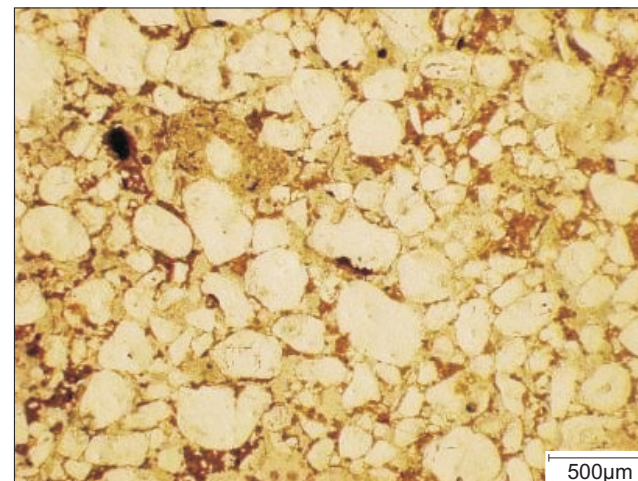
O material grosseiro apresenta características semelhante às aquelas observadas no volume 4 (horizontes  $Bw_3$  e  $Bw_2$ ), de montante. No horizonte  $Bt_2$  os grãos de quartzo apresentam alteração, entretanto, no horizonte  $Btg_2$  ocorre uma pequena redução da quantidade e/ou intensidade desses grãos alterados, principalmente na zona porfírica.

O material fino aqui é composto por materiais de coloração mais clara, amarelo e amarelo avermelhado no horizonte  $Bt_2$  e amarelo claro, cinzento claro e vermelho alaranjado no horizonte  $Btg_2$ , mosqueado, onde começam a se manifestar condições de hidromorfia. Com exceção do material vermelho alaranjado que é brilhante sob luz polarizada cruzada, os demais constituintes do material fino não apresentam variação de cor. O material fino do horizonte  $Bt_2$ , assim como das áreas mais porosas do horizonte  $Btg_2$ , exibe poucas áreas com fábrica birrefringente do tipo granoestriada, que se apresentam de forma fraca e descontínua. Nas áreas contínuas da lâmina do horizonte  $Btg_2$ , ocorrem tramas dos tipos paralelo estriadas, muito comuns, fortes, contínuas e orientadas em relação às fissuras; e granoestriadas, comuns, fortes e contínuas.

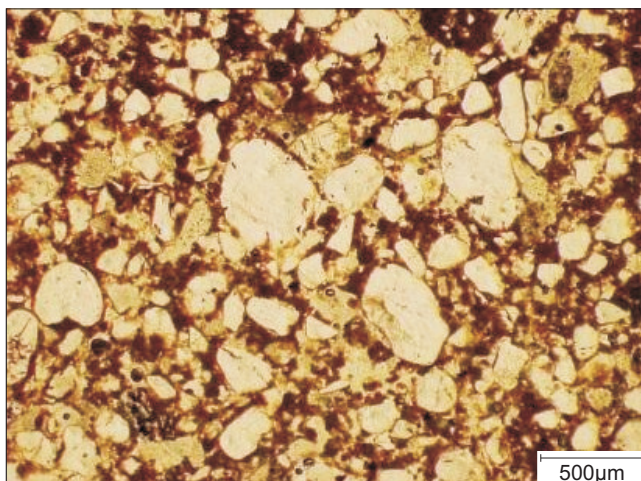




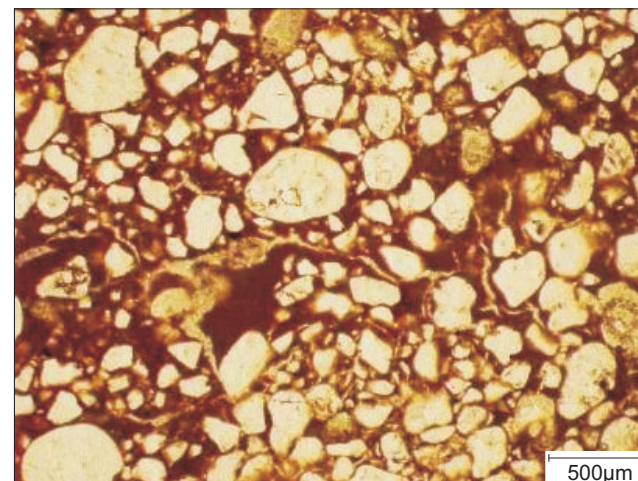
**A.** Estrutura de base quito-gefúrica predominante no volume 1 no segmento sobre a cobertura latossólica. Horizonte Ap, perfil I.



**B.** Estrutura de base mono-gefúrica, que passa a predominar no volume 1 no segmento convexo da vertente. Horizonte Ap, perfil IV.



**C.** Estrutura de base pórfiro-enáulica que ocorre de forma mais significativa no volume 7. Horizonte Bt<sub>2</sub>, perfil IV.



**D.** Estrutura de base porfírica com importante porosidade do tipo fissural, que ocorre secundariamente no volume 3. Horizonte Btg<sub>2</sub>, perfil III.

**Figura 24.** Prancha 3 com fotomicrografias dos volumes 1 (Ap) e 7 (Bt<sub>2</sub> e Btg<sub>2</sub>), da toposseqüência de solos I da margem da lagoa Dos 32

O material fino encontra-se, ainda, parcialmente organizado em microagregados de formas circulares a irregulares com diâmetro menor que 0,3mm, arredondados, com bordas onduladas a lisas. No horizonte  $Bt_2$  e no setor mais poroso do  $Btg_2$  esses agregados acham-se parcialmente a totalmente soldados por material mais fino de coloração mais clara, chegando a formar *peds* poliédricos nas áreas mais contínuas. O material fino da zona contínua do  $Btg_2$  forma agregados em blocos subangulares com abundante quantidade de fissuras.

A porosidade planar constituída por fissuras aparece em maior quantidade na área de estrutura de base porfírica do horizonte  $Btg_2$ , as fissuras são oblíquas e ocorrem predominantemente no sentido NO-SE da lâmina, aparecendo também em outros sentidos, mas em menor quantidade. No horizonte  $Bt_2$ , esse tipo de poro também foi observado, porém, tanto em quantidade, como em tamanho, em menores proporções, visto que nesse horizonte, assim como na área mais porosa do  $Btg_2$  predomina a porosidade complexa de empilhamento de grãos e agregados e, secundariamente, cavidades policôncavas.

Acima desse volume ocorrem os volumes 6 ( $Bt_1$ ) e 8 ( $Btg$  e  $Btg_1$ ).

Da mesma forma que no caso anterior, lateralmente na vertente, próximo à ruptura convexa, o volume que a montante apresenta características de  $Bw_1$ , passa lateralmente a apresentar uma coloração um pouco mais clara e um enriquecimento maior em argila, configurando um novo volume, aqui com características de  $Bt_1$ . Apresenta uma microestrutura formada por grãos com película de material fino, que às vezes apresenta aspecto descontínuo e às vezes apresenta-se mais espessa, formando pontes entre os grãos do material grosseiro, com raros grãos ocorrendo isolados nos poros, formando uma estrutura de base quito-gefúrica (Figura 25-A). O fundo matricial é constituído por 65% de material grosseiro, 15% de material fino e 20% de poros. Apresenta zonas em que aumenta a proporção de material fino e, nessas, o fundo matricial é constituído por 60% de material grosseiro, 30% de material fino e 10% de poros, apresentando microestrutura contínua, cuja trama é do tipo porfírica fechada (Figura 25-B).

O material grosseiro apresenta as mesmas características que nos volumes anteriormente descritos.

O material fino é constituído por materiais de coloração bruna-amarela e amarela, predominando o material bruno-amarelo. Esse material fino bruno amarelo aparece envolvendo os grãos garantindo a continuidade da microestrutura. Em alguns pontos, no interior desse material fino observam-se volumes com formas arredondados que se destacam apenas pela maior densidade, mas não chegam a se individualizar como microagregados. Secundariamente, ocorre material fino de coloração amarela.

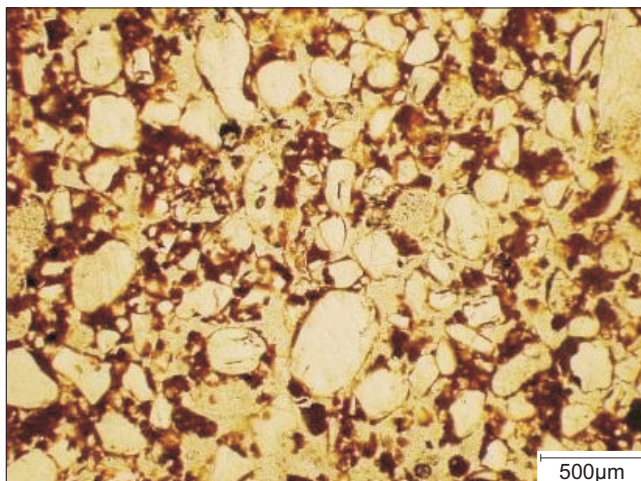
Observa-se, ainda, um material de coloração vermelha escura, que ocorre principalmente em pontos de golfos de corrosão e na forma de *plasma infusion*, nas fraturas do material grosseiro.

Todos esses materiais finos não são límpidos, não apresentam variação de cor sob luz polarizada cruzada e mostram tramas birrefringentes dos tipos granoestriada, em pequena quantidade, contínua, moderadamente delicada; estrias cruzadas e aleatórias, raras, delicadas e descontínuas e; indiferenciada, rara e pouco nítida. Essas tramas ocorrem principalmente nas áreas onde o material fino apresenta-se contínuo.

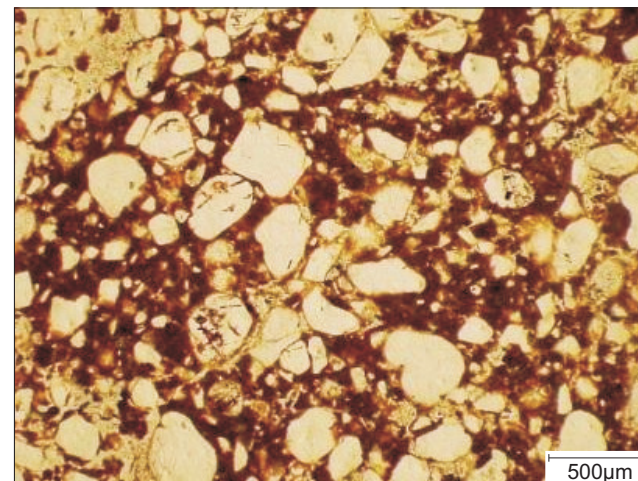
Apresenta também material fino de coloração amarela, límpido, com extinção boa, quando sob luz polarizada cruzada, formando as feições texturais de revestimentos, preenchimento e fragmentos dessas feições pedológicas, semelhante ao que foi observado nos horizontes Bw<sub>1</sub>, a montante.

O horizonte E (volume 5), acima do Bt<sub>1</sub>, apresenta fundo matricial constituído por aproximadamente 80% de material grosseiro, 2% a 5% de material fino e 15% a 18% de poros. A microestrutura é preferencialmente de grãos simples, alguns com película de material fino e/ou ligados por delicadas pontes deste, apresentando estrutura de base mono-gefúrica (Figura 15-C).

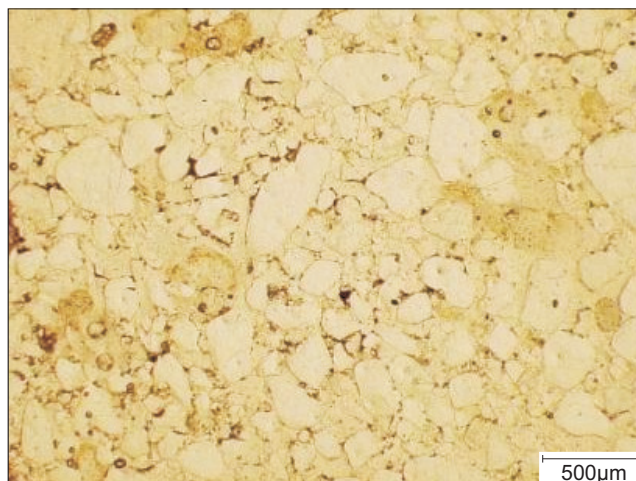
O material grosseiro apresenta constituição mineral semelhante aos anteriormente descritos, quase que exclusivamente grãos de quartzo. Esses grãos apresentam de maneira geral, tamanhos maiores e menor grau de alteração que nos volumes anteriores.



**A.** Estrutura de base quito-gefúrica que predomina no volume 6. Horizonte Bt<sub>1</sub>, perfil IV.



**B.** Estrutura de base porfírica fechada que ocorre em zonas do volume 6. Horizonte Bt<sub>1</sub>, perfil IV.



**C.** Estrutura de base mono-gefúrica predominante no volume 5. Horizonte E, perfil V.

**Figura 25.** Prancha 4 com fotomicrografias dos volumes 6 (Bt<sub>1</sub>) e 5 (E e EA), da toposseqüência de solos I da margem da lagoa Dos 32

O material fino desse volume vai apresentando lateralmente um escurecimento à medida que se aproxima do sopé da vertente. Na cobertura argissólica o material fino apresenta coloração bruna-clara (perfil IV), enquanto que na transição para o Planossolo (perfil III), o material fino com essa coloração ocorre secundariamente, predominando o material fino de coloração bruna-escura. Já no sopé da topossequência (perfil V), o material fino apresenta coloração preta. Esses materiais, que variam do bruno claro ao preto, não são límpidos e não apresentam variação de cor sob luz polarizada cruzada, possuem trama birrefringente do tipo granoestriada muito rara, fraca e descontínua.

No perfil III, existe também material fino de coloração laranja, límpido e com extinção boa sob luz polarizada, ocorrendo em pequena quantidade na lâmina analisada, em forma de feição pedológica de revestimento, semelhante aos encontrados no horizonte Btg (volume 8, nesse setor localizado abaixo do E).

Apesar da redução significativa do material fino, a porosidade é visivelmente reduzida pelo forte adensamento dos grãos do material grosseiro. Ainda predomina, contudo, a porosidade de tipo complexa de empilhamento de grãos com material fino formando pontes entre eles. Observa-se, também, porosidade de canais com dimensões de cerca de 0,5mm a 2mm de diâmetro e 0,5mm a 3mm de comprimento. Grande parte dessa porosidade de canais apresenta matéria orgânica, raízes vegetais em seções longitudinais transversais em diversos estágios de preservação, algumas partes com birrefringência elevada por todo o volume.

No sopé da topossequência, um novo volume aparece como variação lateral daquele que abriga a montante o horizonte Bt<sub>1</sub> do Argissolo, trata-se de um volume (8) com características plânicas. Aparecem principalmente mudanças relacionadas a textura, que aumenta ainda mais os constituintes pertencentes a fração argila em direção ao sopé da vertente e pelas mudanças de coloração que indicam processos de hidromorfia, com mobilização do ferro, passando a material mosqueado no perfil III a cinzento claro no perfil V, na margem da lagoa. Esse volume é formado pelos horizontes BE e Btg<sub>1</sub> do perfil III e pelo horizonte Btg do perfil V.

Esse volume apresenta três tipos de arranjos distintos.

O fundo matricial predominante nesse volume apresenta-se constituído por cerca de 50% a 55% de material grosseiro, 25% a 30% de material fino e 15% a 25% de poros, organizados em uma microestrutura contínua fechada que apresenta pequenos setores com um pouco mais de porosidade nos horizontes BE e Btg<sub>1</sub> (Figura 26-A), mas que tendem a desaparecer em direção ao sopé (Figura 26-B).

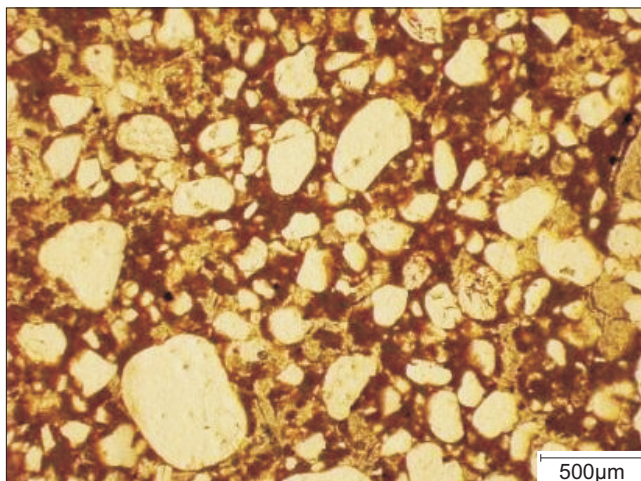
No horizonte BE, ocorrem outras duas zonas, uma de microestrutura contínua com grande quantidade de revestimentos e preenchimentos (Figura 26-C), e outra zona com microestrutura de grãos simples, alguns revestidos por película de material fino, e fragmentos de massa de material fino, que constituem preenchimentos de canais (Figura 26-D).

A constituição do material grosseiro para esse volume não apresenta alteração em relação aos demais volumes já apresentados, exceção ao horizonte BE, que apresenta um aumento na quantidade de grãos maiores e grãos ligeiramente mais angulosos.

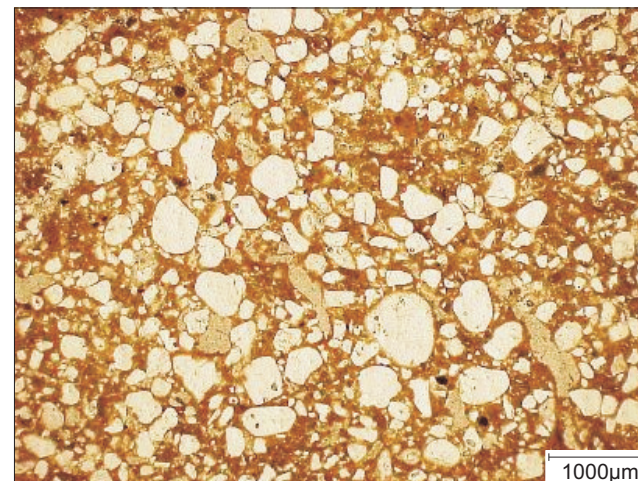
O material fino é composto predominantemente por material de coloração bruna-clara no perfil III que passa, a jusante (perfil V), para coloração amarela muito clara e secundariamente amarela muito clara acinzentada. Esse material não apresenta alteração de cor sob luz polarizada cruzada, exibindo fábrica birrefringente principalmente no horizonte Btg<sub>1</sub>, e em menor quantidade nos outros horizontes, dos tipos: granoestriada, pouca, delicada, forte a fraca, contínua a descontínua; estrias cruzadas, raras, delicada, fraca e descontínua; estrias aleatórias, muito raras, pequenas, delicada, fraca e descontínua.

Ocorre também, secundariamente, material fino de coloração amarela a amarela muito clara, com material orientado, apresentando mudança de cor e boa extinção sob luz polarizada cruzada. Principalmente no horizonte Btg do perfil V esse material encontra-se intercalado nos revestimentos por material fino de coloração bruno escura que marcam alternância de fases de deposição desse material.

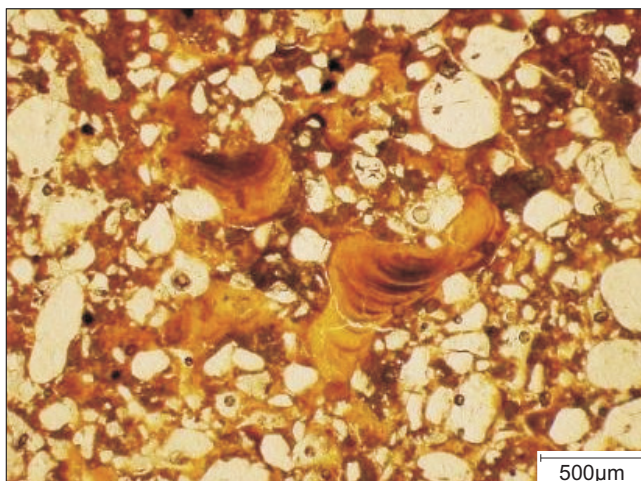
Um outro material fino, que ocorre em pequena quantidade, tem coloração bruna, sob luz incidente apresenta coloração laranja e quando sob luz polarizada cruzada tem coloração vermelha brilhante. Esse material constitui os quase-revestimentos e hipo-revestimentos observados.



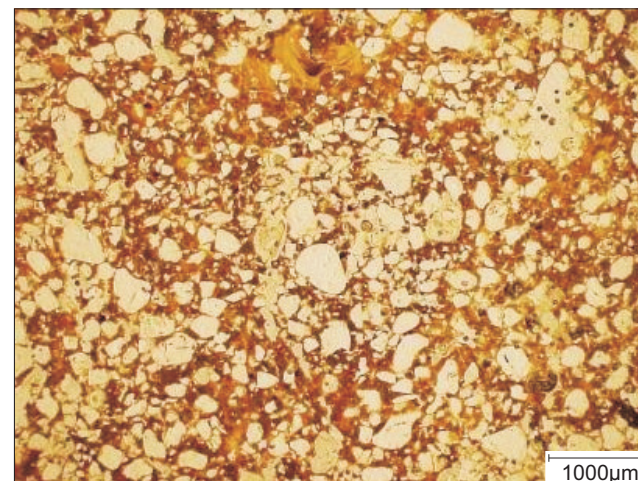
**A.** Estrutura de base porfírica aberta que ocorre em alguns setores dentro da zona 8. Horizonte Btg<sub>1</sub>, perfil III.



**B.** Estrutura de base porfírica fechada do volume 8 no sopé da vertente. Horizonte Btg, perfil V.



**C.** Estrutura de base porfírica, onde a continuidade do material do volume 8 é garantida pelos depósitos iluviais. Horizonte BE, perfil V.



**D.** Estrutura de base porfírica tendo ao centro um canal preenchido por material grosseiro. Horizonte BE, perfil V.

**Figura 26.** Prancha 5 com fotomicrografias do volume 8 (Btg<sub>1</sub>, Btg e BE), da toposseqüência de solos I da margem da lagoa Dos 32

Assim, as feições pedológicas que ocorrem nesse volume são essencialmente texturais, com revestimentos e preenchimentos, tanto por material fino, com microlaminação do tipo crescente e *micropan/crust*, quanto por material grosseiro.

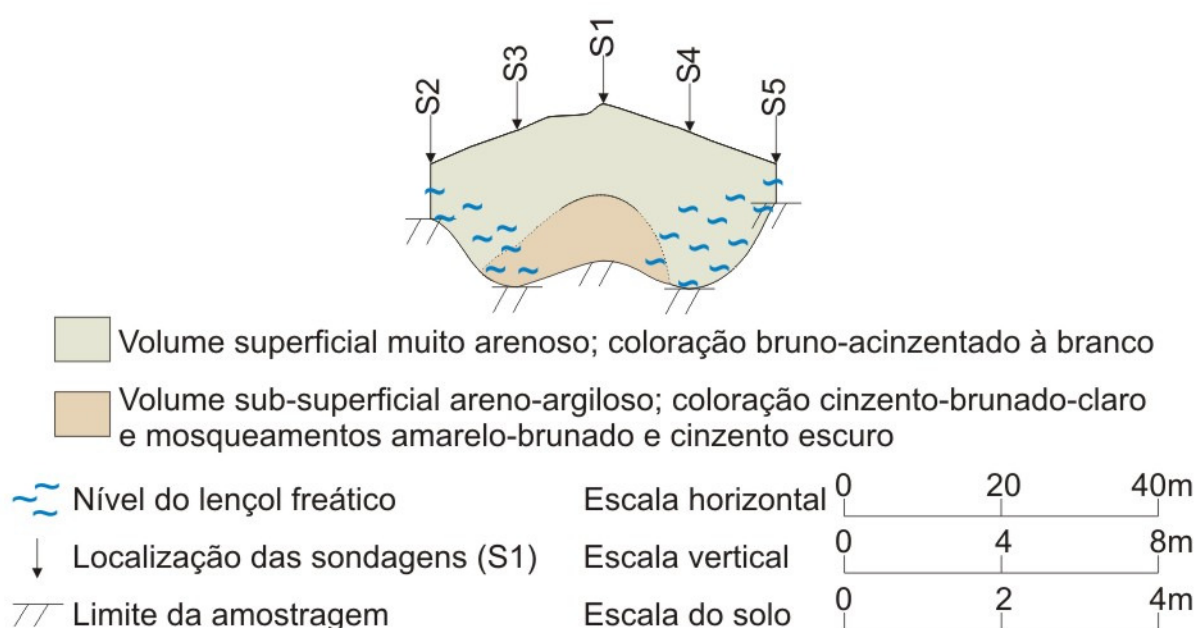
A porosidade associada a essa camada é do tipo canais, em seções predominantemente verticais de tamanhos variados, e cavidades. As cavidades em sua grande parte apresentam revestimentos argilosos e os canais preenchimento por material grosseiro. Nas áreas onde o material fino é mais contínuo, assim como nos revestimentos argilosos, ocorre a porosidade do tipo planar fissural, que indicam a contração sofrida por esse material.

Nesse setor de sopé, o horizonte Ap apresenta como característica que o distingue em relação aos setores a montante, a maior quantidade de elementos orgânicos que compõem o material (excrementos e restos de tecidos).



### 3.2 Sistema pedológico da topossequência de solos II

A topossequência de solos II da margem da lagoa Dos 32 tem 44m de comprimento, e apresenta desnível altimétrico de 1,5m, estando localizada em uma área próxima ao ponto de coalescência entre duas lagoas que atualmente estão unidas (Figura 27) A morfologia da vertente é convexa, apresentando a altura máxima no meio da topossequência, com vertentes, para ambos os lados, predominantemente retilíneas.



**Figura 27.** Topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil

A variação na morfologia da cobertura pedológica dessa topossequência ocorre das extremidades em direção ao centro, sendo o conteúdo do material verticalmente semelhante nas extremidades e distintos da parte elevada da topossequência.

Esse sistema apresenta basicamente dois volumes, um superficial e outro subsuperficial. O volume superficial apresenta textura arenosa e coloração que varia de bruna-acinzentada à branca; nas áreas próximas das extremidades da topossequência apresenta regiões saturadas por água. O volume sub-superficial de textura areno-argilosa apresenta coloração cinzenta-brunada-clara com mosqueamentos amarelo-brunado e cinzento-escuro, ocorrendo abaixo de 1,2m de profundidade. Aqui o sistema pedológico é constituído basicamente por Planossolo-Gleissolo.

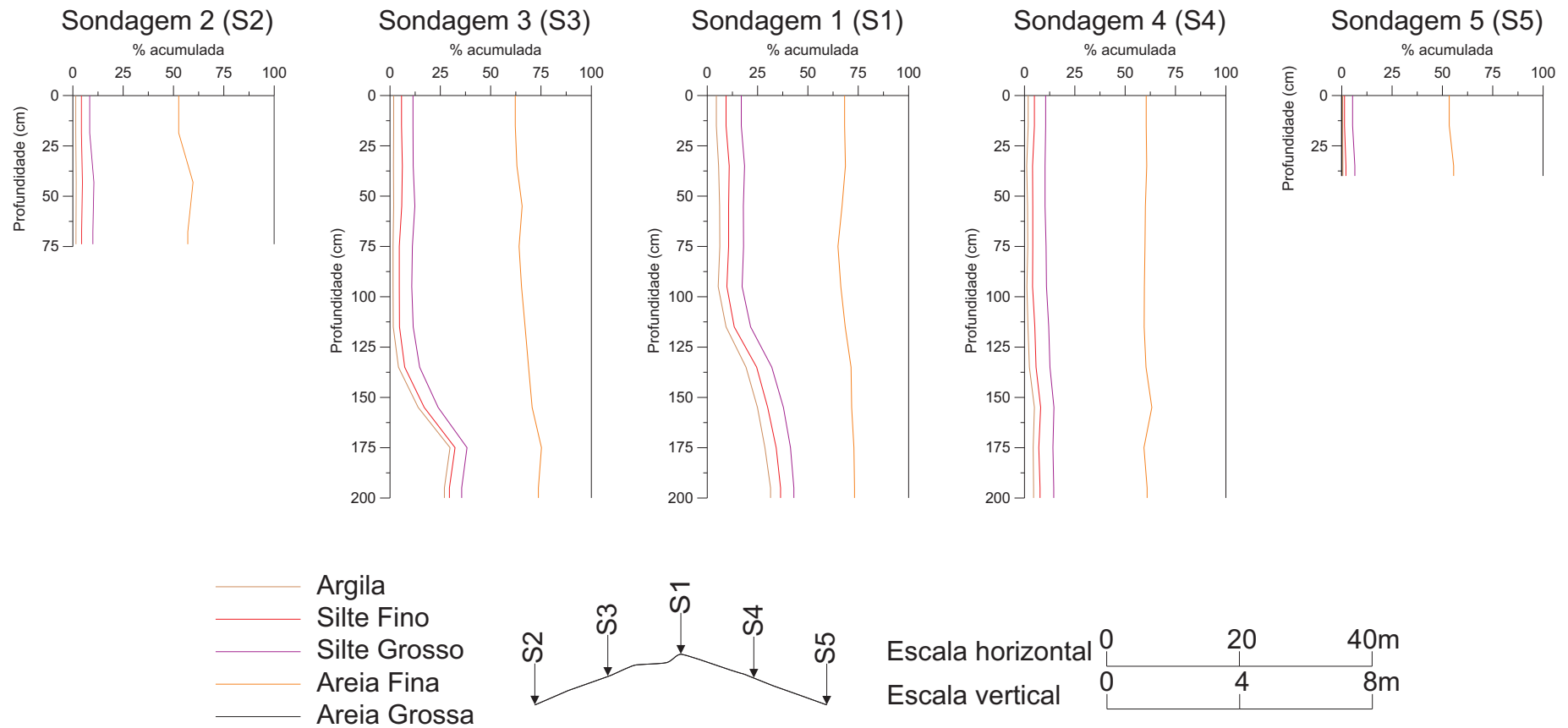
### – Análise granulométrica

Os gráficos de distribuição das frações granulométricas do solo em profundidade (Figura 28), confeccionados a partir dos resultados das análises granulométricas das amostras referentes às 5 sondagens realizadas na topossequência II permitem observar uma predominância da fração areia. A fração argila apresentou uma variação em seu teor de 0,5% a 31%, apresentando um aumento em profundidades superiores a 125cm, nas sondagens 1 e 3, nas demais sondagens esse volume com maior teor de argila não ocorreu. As curvas de isoargila (Figura 29) facilitam a observação e auxiliam a interpretação da distribuição do teor de argila na topossequência, onde se observa que próximo às extremidades laterais e em superfície os teores de argila não ultrapassam 5%. Na posição do interflúvio, em subsuperfície começam aparecer teores entre 5% e 10%, que gradua para teores superiores à 25%, em estreito espaço.

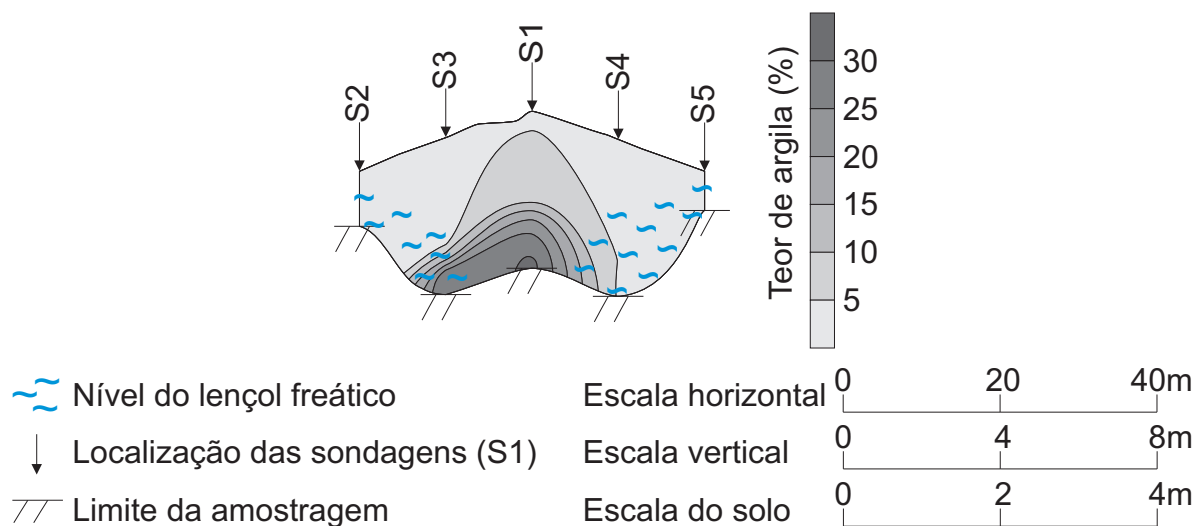
Os valores do teor de silte fino variam de 0,9% a 5,3%, e as isolinhas dessa fração (Figura 30) revelam as maiores concentrações na parte central da topossequência, sondagem 1, com teores superiores a 4%. A partir do centro vai diminuindo gradativamente em direção as extremidades, que na sondagem 2 apresenta teores menores que 3% e na sondagem 5 ainda mais reduzidos, não ultrapassando 2%.

Os valores da fração areia fina variam de 30,1% a 55,6%, e a distribuição desses teores encontra-se representada na Figura 31, que representa as curvas de isovalores de areia fina na topossequência II. Ao contrário da distribuição dos teores de argila, a areia fina apresenta-se com teores superiores a 45% na maior parte da topossequência, revelando redução desses teores em direção à sondagem 1 em profundidade superiores à 130cm.

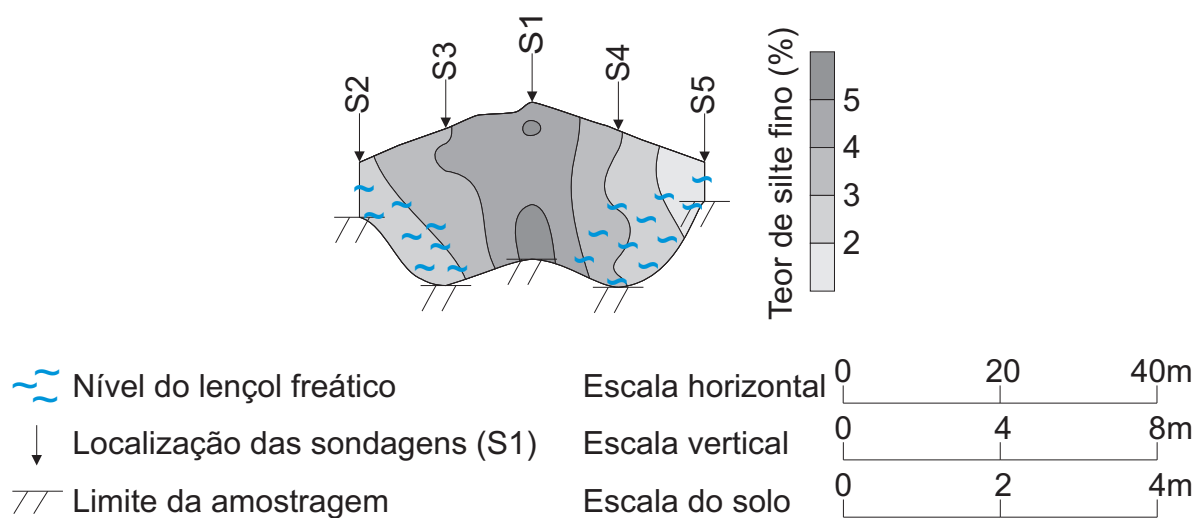
A fração areia grossa, apresentou variação 26,3% a 47,3%, e pelas isolinhas de areia grossa (Figura 32) é possível visualizar que os teores maiores que 40% encontram-se exclusivamente próximos às extremidades que se localizam na margem da lagoa. Os teores vão apresentando redução em direção ao centro da topossequência, apresentando os menores valores (< 27,5%) em profundidades acima de 170cm nas sondagens 1 e 3.



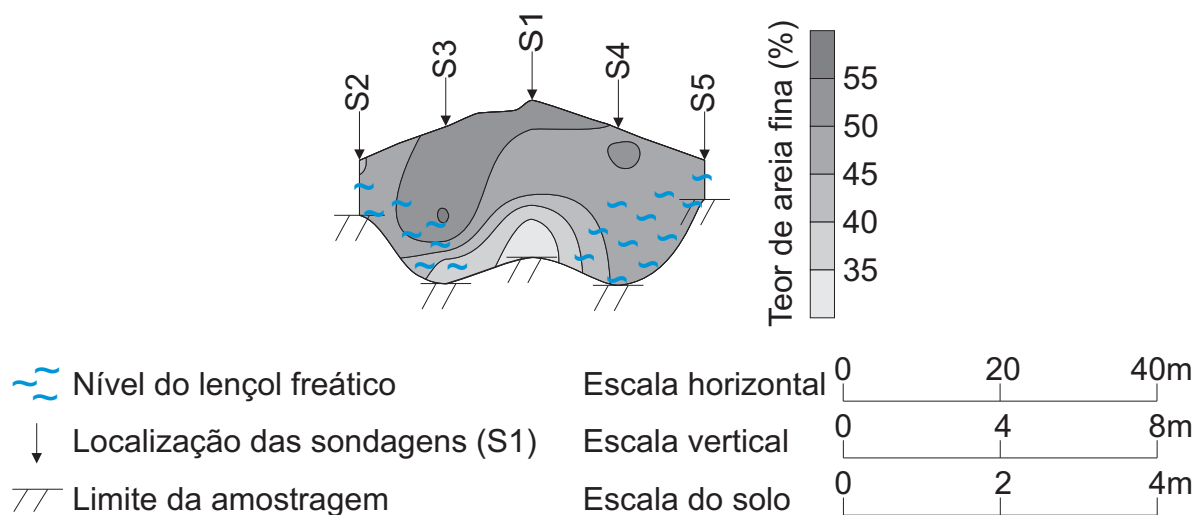
**Figura 28.** Distribuição granulométrica das sondagens ao longo da topossequência de solos II do entorno da lagoa dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil



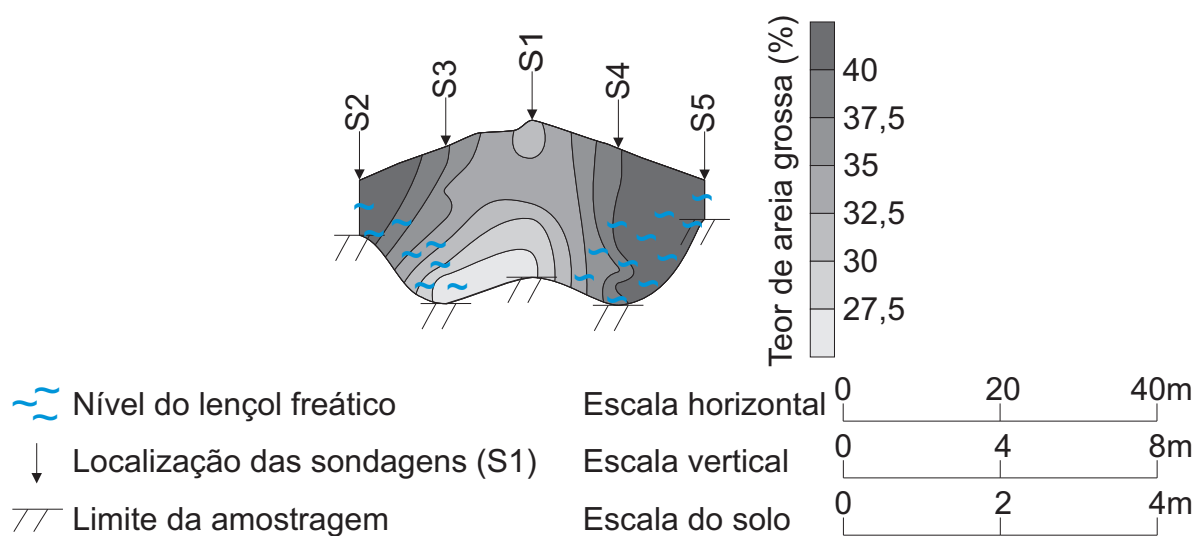
**Figura 29.** Isolinhhas de argila da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil



**Figura 30 .** Isolinhhas de silte fino da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil



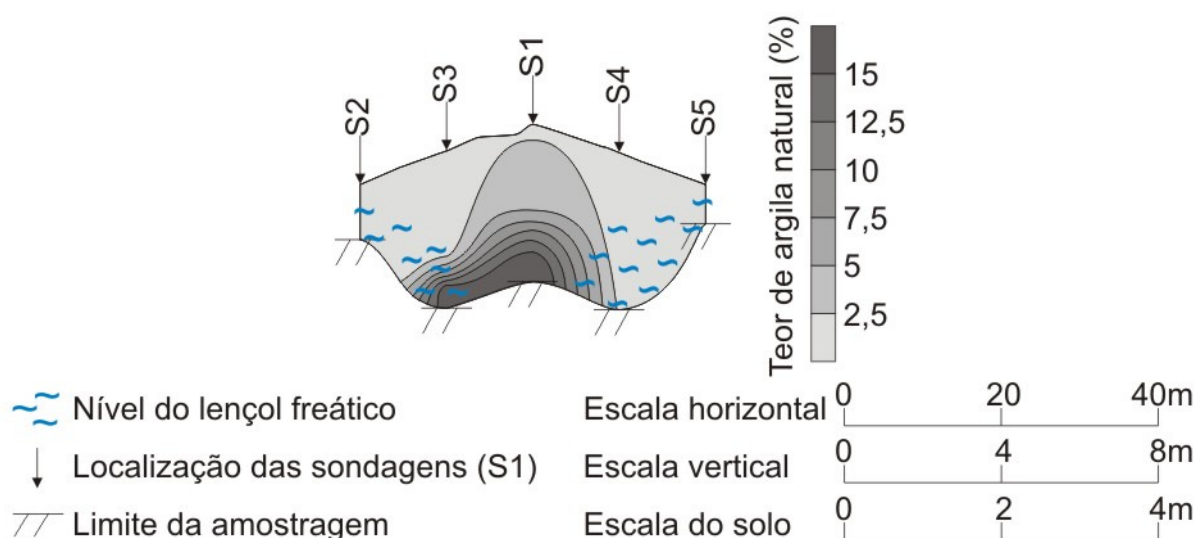
**Figura 31.** Isolinhas de areia fina da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil



**Figura 32.** Isolinhas de areia grossa da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil

### - Argila dispersa em água

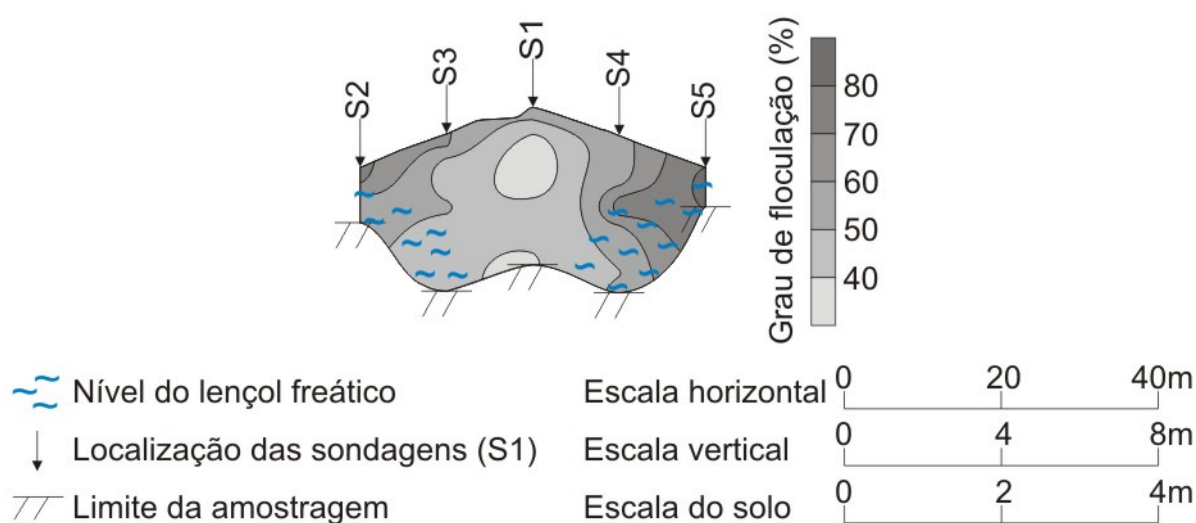
Os teores de argila dispersa em água variaram de 0,1% a 19,4%. A distribuição dos teores de argila dispersa em água (Figura 33) ocorre de modo muito semelhante àquele da distribuição da fração argila. Na maior parte da topossequência, as isolinhas revelam teores menores que 5%, até uma profundidade mínima de 130cm. A partir dessa profundidade, nas sondagens 1 e 3 é que começam a aparecer teores superiores a 10% que continuam aumentando em profundidade.



**Figura 33.** Isolinhas de argila natural da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil

### - Grau de flocculação

O grau de flocculação apresentou uma grande amplitude nos seus valores, que variaram de 31% a 83%, e a distribuição desses valores está representada pelas isolinhas de grau de flocculação (Figura 34). Os valores do grau de flocculação são maiores nas extremidades, principalmente próximo à superfície e diminuem em direção ao centro da topossequência, apresentando valores mais reduzidos em maiores profundidades.



**Figura 34.** Isolinhas do grau de floculação da topossequência de solos II do entorno da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil

### – Relação Silte/Argila

Os resultados da relação silte/argila (Tabela 7) foram predominantemente muito superiores a 0,7. Os menores valores só foram observados na base das sondagens 1 e 3 e, mesmo assim, apenas a profundidades superiores a 135cm. Esses altos índices da relação silte/argila é explicado pela ocorrência dos valores de silte que não acompanharam a pequena quantidade da fração argila nos solos dessa topossequência.

**Tabela 7.** Valores da relação silte/argila para os pontos amostrados das 5 sondagens realizadas na topossequência II da margem da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS, Brasil

Profundidade	Sondagens				
	2	3	1	4	5
15cm	4,6	5,3	2,8	4,8	9,8
35cm	5,2	5,8	2,3	8,3	9,8
55cm	5,3	5,8	1,9	5,8	
75cm		6,4	1,9	5,7	
95cm		6,2	2,2	8,1	
115cm		6,2	1,3	6,1	
135cm		2,5	0,7	4,3	
155cm		0,7	0,5	2,0	
175cm		0,3	0,4	2,3	
195cm		0,3	0,4	2,2	

### 3.3 A dinâmica da cobertura pedológica

A despeito da forma da vertente revelar um relevo muito plano, com pouco desnível altimétrico, foram constatadas mudanças significativas na morfologia do solo, assim como nas características físicas e químicas do material ao longo da topossequência.

Macro-morfologicamente os solos ao longo da topossequência I do entorno da lagoa Dos 32 apresentaram oito volumes distintos, que estão representados na Figura 11. Posteriormente, as análises realizadas em laboratório permitiram comprovar essas diferenciações (texturais e de cores) verificadas em campo, e identificar um setor de montante, segmento plano da vertente, constituído pela cobertura latossólica e outro setor, no segmento convexo, constituído pela cobertura argissólica-planossólica.

Na cobertura latossólica, foram identificados indícios de dois processos pedológicos distintos. Um na base do perfil, devido à circulação hídrica pela porosidade tubular, e outro no topo, pelo fenômeno de e-iluviação.

Na base do perfil, nos horizontes  $Bw_2$  e  $Bw_3$ , foram observadas manchas de coloração mais clara e alongadas verticalmente, quando da descrição do solo em campo, indicando uma retirada de material fino, confirmada pelas observações micromorfológicas através da mudança de coloração do fundo matricial próximo as paredes da porosidade tubular com sentido predominantemente vertical. A porosidade é elevada, e quase 50% dela é constituída de macroporos, o que favorece a circulação hídrica, apresentando permeabilidade na classe moderadamente rápida. A fração argila desse volume mostra uma estabilidade muito elevada, tendo taxas de grau de flocculação superiores a 90%.

Na parte mais superficial dessa cobertura é possível observar um processo de e-iluviação que, pela declividade praticamente nula, apresenta migração de argila no sentido vertical em detrimento da migração lateral. Essa migração foi identificada na micromorfologia pelas feições pedológicas texturais de revestimentos e preenchimentos. No perfil I essas feições foram descritas no horizonte BA, uma vez que a infiltração, mesmo lenta ainda é preferencialmente vertical devido à distância com a ruptura de declive. Já no perfil II essas feições ocorreram mais próximas a superfície, no horizonte AB, fato que pode ser interpretado pela circulação lateral ser um pouco mais intensa dada à proximidade com a ruptura de declive. Outros fatores



influenciaram para que essas feições fossem encontradas em menores profundidades, como a porosidade que no perfil II passa a ser composta mais por microporos.

A redução da macroporosidade foi evidenciada também na micromorfologia, que apresentou aumento das zonas de estrutura porfíricas (contínuas) do perfil I para o II. As características micromorfológicas observadas nos horizontes AB e BA desse segmento da vertente geram impedimentos e retardamentos para a circulação da água, o que foi confirmado pelas medidas de condutibilidade hidráulica. Nos primeiros 100cm de profundidade da cobertura nesse segmento o comportamento da argila é distinto do apresentado anteriormente para o material mais profundo. Aqui a argila apresenta graus de flocculação inferiores a 50%, o que indica uma alta mobilidade de material fino (argila), e que foi constatado pela presença de feições pedológicas texturais de preenchimento e revestimento observadas na análise micromorfológica.

No início do segmento convexo da topossequência, ocorre a cobertura argissólica que é uma zona de transição entre o Latossolo e o Planossolo. No Argissolo foi identificado apenas o processo de e-iluviação.

No horizonte B textural existe uma concentração relativa da fração argila que foi confirmada pelos resultados das análises granulométricas. Nesses horizontes, zonas com estrutura pórfiro-enáulica a porfírica passaram a ocorrer em maiores proporções em relação aos horizontes latossólicos de montante.

As feições pedológicas de iluviação estão restritas ao horizonte Bt<sub>1</sub>, que apresenta também alto teor de argila dispersa em água e baixo grau de flocculação, que distingue esse horizonte do inferior (Bt<sub>2</sub>), no qual o teor de argila dispersa em água é baixo e o grau de flocculação elevado. Esses dados permitem inferir sobre a mobilidade da fração argila, que é maior nos volumes superiores, inclusive nos horizontes onde atuam processos de eluviação (Ap e E), e estável na base do perfil à semelhança da cobertura latossólica.

O Argissolo, diferentemente do restante dos outros solos apresentou saturação por bases no horizonte B textural superior a 50%, sendo o único solo do sistema que

apresenta caráter eutrófico, apesar de apresentar, como os demais, soma de bases muito baixa, inferior a  $2,5 \text{ cmolc kg}^{-1}$ .

Na cobertura planossólica, foram identificados também indícios de dois processos: o processo de e-iluviação, como nas coberturas a montante, e processos de hidromorfia.

Na base dos perfis dessa cobertura, no horizonte plânico (Btg), são identificados os processos de hidromorfia e iluviação. A hidromorfia é identificada tanto na macromorfologia, como na micromorfologia, onde são visíveis variações de cores no solo e no material fino respectivamente. Mais próximo ao sopé o processo é mais intenso, predominando as cores mais esbranquiçadas/acinzentadas. O processo de iluviação é identificado somente a partir da micromorfologia com as observações de feições pedológicas texturais de preenchimentos e revestimentos de material fino. A argila desses horizontes apresenta no geral altos teores de argila dispersa em água e baixos graus de floculação, mostrando a propensão à sua mobilização.

O horizonte B plânico apresenta a maior porosidade total dos perfis de Planossolo, entretanto essa porosidade é composta principalmente por microporos, o que explica a redução na permeabilidade nesse horizonte. Essa redução permite a interpretação de uma circulação hídrica subsuperficial sobre esses horizontes.

Processos de eluviação são identificados nos horizontes superficiais, principalmente no horizonte E, onde apresenta pequenas quantidades de fração argila e a micromorfologia revela estrutura composta basicamente pelo empilhamento de grãos de quartzo limpos. A porosidade desse solo é composta por aproximadamente 50% de macroporos que favorecem assim a permeabilidade da água na parte superior da cobertura pedológica.

A partir do exposto, pode-se concluir sobre a drenagem preferencialmente vertical na cobertura latossólica, no setor de montante, e a jusante, na cobertura argissólica-planossólica, a circulação subsuperficial, predominantemente lateral, acima do horizonte plânico, ou seja, no horizonte E.

A circulação vertical tem contribuído para iluviação do horizonte superficial e eluviação pouco abaixo no perfil, no contato com a parte superior do B latossólico.

Os poros ao serem revestidos/preenchidos, promovem uma barreira e fazem com que a água fique em contato um tempo maior com o material do horizonte Ap e nos horizontes de transição AB e BA o que ajuda a desestabilizar ainda mais os agregados, liberando a argila.

No setor convexo, a circulação passa a ser predominante do sentido lateral, promovendo a migração da argila para a base da vertente, que se deposita em subsuperfície formando o horizonte B plânico. Essas mudanças morfológicas, físicas e químicas da cobertura pedológica, que indicam processos que geram volumes mais arenosos em superfície e mais argilosos em subsuperfície, mais pronunciados nas margens da lagoa, estão associadas à evolução das depressões na área do terraço Taquarussu. Um processo remontante de transformação do B latossólico em B textural, e deste em B plânico no sopé da vertente promove a ampliação das depressões, muitas vezes levando a coalescência de duas ou mais depressões.

A topossequência de solos II traz indícios que isso tem ocorrido visto que se percebe uma arenização da cobertura nesse setor do relevo entre duas lagoas já coalescidas. O estudo mais detalhado dessas áreas, inclusive com monitoramento do comportamento do freático, será importante para se compreender a dinâmica de evolução dessas depressões.

O processo de coalescência dessas depressões estaria contribuindo para o rebaixamento da superfície, que com uma expansão ainda mais agressiva poderia promover a formação de uma nova superfície em um nível um pouco mais baixo.

Pelas imagens orbitais são observadas manchas mais escuras sobre a parte plana dessa superfície. Essas áreas mais escuras correspondem a indícios de saturação em água mais próximo a superfície; assim o estudo dessas manchas também se mostra oportuno uma vez que pode revelar os processos atuantes e, quem sabe, confirmar essa feição como estágio inicial da formação das depressões tão comuns nessa superfície.

## CONSIDERAÇÕES

A cobertura pedológica no entorno da lagoa Dos 32 é formada pelo sistema LATOSSOLO AMARELO Distrófico, no setor plano de montante, passando para ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico com transição gradual para PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico, a jusante. Apesar da baixa variação altimétrica da topossequência e da declividade quase nula nos primeiros 180 metros da topossequência e de aproximadamente 2,5% nos últimos 50 metros, foi observada uma variação do material nos aspectos textural, estrutural e morfológico.

O setor plano da vertente corresponde às áreas de ocorrência dos Latossolos, que são solos bem evoluídos e apresentam uma estreita camada que se encontra em desequilíbrio logo acima dos horizontes latossólicos. Esse volume em desequilíbrio dos latossolos apresenta aumento no valor da fração argila e pela micromorfologia foram detectadas feições pedológicas de revestimentos e preenchimentos por material fino que evidenciam mecanismos internos de mobilização de material, podendo assim identificar processos de e-iluviação que ocorre predominante no sentido vertical. Como o material desse volume apresenta estrutura de base quito-enáulica a pórfiro-enáulica, aí mais fechada, explica também a ocorrência da redução da permeabilidade do solo.

Já no setor convexo da vertente, ocorre o ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico, que gradua para o PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico, passando a apresentar maiores concentrações da fração argila no horizonte diagnóstico, que apresenta estrutura de base contínua pórfiro-enáulica a porfírica, confirmando assim a redução da macroporosidade nesse volume e como consequência diminuindo também a permeabilidade. Os processos de e-iluviação ocorrem com maior intensidade nesse setor, com as feições pedológicas de revestimentos e preenchimentos por material fino ocorrendo com maior frequência mais próximo ao sopé da vertente. Nos horizontes superiores, entretanto, ocorre a remoção da fração argila resultando em uma estrutura de base mono-gefúrica, o que possibilita uma maior permeabilidade.

Pela dinâmica da circulação hídrica no interior da cobertura pedológica, evidenciada na topossequência de solos I e pelas características do material da topossequência de solos II, é possível admitir que a cobertura esteja sofrendo um processo

remontante de substituição da cobertura latossólica pela planossólica. Esse processo permite, assim, relacionar a evolução da cobertura pedológica com a ampliação da depressão, ocupada pela lagoa Dos 32. É provável que o mesmo processo ocorra por toda a superfície do terraço Taquarussu.

Devido à lagoa Dos 32, o freático age com bastante intensidade nesse setor próximo ao sopé, contribuindo para a mobilização e remoção do ferro, promovendo ai um clareamento do solo conferindo-lhes cores cinzento-claras.

A continuidade dos estudos, assim como a utilização de outras técnicas, será muito importante para se compreender melhor as relações entre os processos pedogenéticos e geomorfogenéticos sobre a superfície do terraço Taquarussu.

## REFERÊNCIAS

BOCQUIER, G. **Genése et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad.** [S. l.]: ORSTOM, 1973. 325 p. (Mem. ORSTOM, 62).

BOULET, R. **Toposéquences de sols tropicaux en Haute Volta. Équilibre et déséquilibre pedobioclimatique.** (Tese de doutorado) Paris: Université de Strasbourg, 1974, 272 p.

\_\_\_\_\_ et al. Géochimie de la Surface et Formes du Relief. I- Desequilibre Pedobioclimatique dans le Couvertures Pedologiques de L'Afrique Tropicale de L'Ouest et son Role dans L'aplanissement des Reliefs. **Sc. Gel. Bull., Strasbourg**, 30 (4), p. 235-243, 1977.

\_\_\_\_\_. Uma evolução recente da pedologia e suas implicações no conhecimento da gênese do relevo. In: Congresso da ABEQUA, 3, 1992, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 43-58, 1992.

\_\_\_\_\_ et al. Analyse structurale et cartographie en pédologie I. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cahiers ORSTOM**, v. 19, n. 4, p. 309-322, 1982a.

\_\_\_\_\_ et al. Analyse structurale et cartographie en pedologie II. Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques. **Cahiers ORSTOM**, v. 19, n. 4, p. 323-339, 1982b.

\_\_\_\_\_ et al. Analyse structurale et cartographie en pedologie III. Passage de la phase analytique à une cartographie général synthétique. **Cahiers ORSTOM**, v. 19, n. 4, p. 341-351, 1982c.

\_\_\_\_\_ et al. Les systemes de transformation em pedologie. In: AFES. **Livre jubilaire du cinquantenaire.** 1984. p.167-179.

BRASIL – Instituto Nacional de Reforma Agrária. Levantamento de reconhecimento dos solos do sul do estado de Mato Grosso. Escala 1:600.000, 1971.

BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soil.** Huntington: Robert E. Krieger Publ., 1976. 482p. il.

DÜDEL, L. **Climatic geomorphology.** Princepton: Princepton Univ. Press., 443p., 1982.

BULLOCK, P. et al. **Handbook for soil thin section description.** Wolverhampton: Waine Research Publications, 1985. 153p. il.

CAMARGO, O.A.de et al. **Método de análise química, mineralógica e física de solos so Instituto Agrônômico de Campinas.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1986. 94p. il.(Boletim técnico nº 106)

CASTRO, S.S.de. **Micromorfologia de solos: pequeno guia para descrição de lâminas delgadas**. São Paulo: DG-USP/IPT, 1989. 87f. il.

\_\_\_\_\_. **Micromorfologia de solos: base para descrição de lâminas delgadas**. Goiânia/Campinas: UFG-IESA, UNICAMP-IG-DGEO, 2002. 143f. il. (CD-ROM).

CHAUVEL, A. **Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques de la zone tropicale à saisons contrastées**. (Tese de doutorado) Paris: Université de Strasbourg, 1977. 532 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p. il.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p. il. (2ª edição).

FERREIRA, M.E. **Avaliação da fertilidade empregando o sistema IAC de análise de solo**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – UNESP, 1990. 94p.

FERREIRA, S.R. **Caracterização geomorfológica e sedimentológica de lagoas associadas à calha do alto rio Paraná, região de Taquarussu – MS**. (Dissertação de mestrado). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, 1997, 141p.

FILIZOLA, H.F. **O papel da erosão geoquímica na evolução do modelado da Bacia de Taubaté-SP**. (Tese de doutorado) São Paulo: Departamento de Geografia FFLCH-USP. 1993, 114p.

\_\_\_\_\_; BOULET, R. Une évaluation de la vitesse de l'érosion géochimique à partir de l'étude de dépressions fermées sur roches sédimentaires quartzo-kaoliniques au Brésil. **C.R. Acad. Sci. Paris**, t. 316, série II, p. 693-700, 1993.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Evolution and opening of closed depressions developed in quartz-kaolinitic sedimentary substratum at Taubate basin, São Paulo, Brazil, and analogy to the slope evolution. **Geomorphology**, 16: 77-86, 1996.

FURQUIM, S.A.C. **Interações entre modelado e solo no Transecto Espreado, São Pedro, SP**. (Dissertação de mestrado). São Paulo: Departamento de Geografia FFLCH-USP, 2002, 170f.

HUMBEL, F. X. Caracterisation par des mesures physiques, hydriques et d'enracinement de sols de Guyane française à dynamique de l'eau superficielle. **Science du Sol**, n. 2, p. 83-94, 1978.

JABUR, I.C.; SANTOS, M.L. dos. Revisão estratigráfica da Formação Caiuá. **Boletim de Geografia**: Universidade Estadual de Maringá, 2(2): 91-106, 1984.

KLUTE, A. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil. In: BLACK, C.A. et al. (Eds.) **Methods of soil analysis** - Part 1: Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison: American Society of Agronomy, 1965. 770p. il.

LUCAS, Y.; CHAUVEL, A.; BOULET, R.; RANZANI, G.; SCATOLINI, F. Transição latossolos-podzóis sobre a formação barreiras na região de Manaus, Amazônia. **R bras. Ci. Solo**, 8: 325-235, 1984.

LUCAS, Y. **Systemes pedologiques en Amazonie Brasilienne. Equilibres, disequilibres et transformations**. (Tese de doutorado), Paris: Univ. Poitiers, 1989, 153p.

MARQUES, A.J. et al. O uso do clinômetro no levantamento topográfico. Estudo de caso: levantamento pedológico. **Boletim de Geografia**, Maringá, 18(1): 135-141, 2000.

MUNSELL, L. **Munsell soil color charts**. U. S. Dep. Agric. Handb. 18 - Soil Survey Manual, Baltimore. 1975.

NARDY et al. Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral. **Geociências**, 21 (1/2):13-30, 2002.

NIMER, E. Clima. In: IBGE. **Geografia do Brasil**: região centro-oeste. Rio de Janeiro: SERGRAF-IBGE, p.35-58, 1977.

NOGUEIRA JR, J. **Possibilidades de colmatção química dos filtros e drenos da barragem ed Porto Primavera (SP) por compostos de ferro**. (Dissertação de mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências – IG/USP, 1988, 229f.

PAROLIN, M. **Paleoambientes e paleoclimas no final do Pleistoceno e no Holoceno no sudeste do estado do Mato Grosso do Sul**. (Tese de doutorado) Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Maringá: Departamento de Biologia/UEM. 2006, 122f.

PAVAN, M.A. et al. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1992. 40p. il. (Circular nº 76)

SANTOS, L. J. C. Contribuição da análise estrutural da cobertura pedológica ao desenvolvimento da ciência do solo. **RA'EGA**, UFPR, Curitiba, n. 4, p. 131-138, 2000.

SANTOS, R.D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª ed. Viçosa, SBCS, 2005. 92p.

SILVA, F.C.da (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.



SOARES, P.C. et al. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, 10(3): 177-185, 1980.

SOUBIÉS, F.; CHAUVEL, A. Présentation de quelques systèmes de sols observés au Brésil. **Cahiers ORSTOM**, v. 21, n. 4, p. 237-251, 1984-1985.

SOUZA et al. Riparian vegetation of the upper Paraná River floodplain, Paraná e Mato Grosso do Sul States, Brasil. IN: AGOSTINHO, A.A. et al. (eds.) **Structure and functioning of the Paraná River its floodplain**. Maringá: EDUEM, 233-238, 2004.

STEVAUX, J.C. **O Rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária de seu curso superior (região de Porto Rico, PR)**. (Tese de doutorado) São Paulo: Instituto de Geociências-IG/USP, 1993, 235f.

\_\_\_\_\_. Geomorfologia, Sedimentologia e Paleoclimatologia do Alto Curso do rio Paraná (Porto Rico, PR). **Boletim Paranaense de Geociências**, 42: 97-112, 1994.

\_\_\_\_\_ et al. The quaternary history of the Parana river and its floodplain. IN: THOMAZ, S.M. et al. (eds.) **The Upper Parana River and Floodplain: Physical aspects, Ecology and Conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 31-53, 2004.

STOOPS, G. **Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections**. Madison: Soil Science Society of America, 2003. 184p. il. + 1 CD-ROM.

THOMAS, M.F. **Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. NY: John Wiley & Sons, 1994. 443p. Il.

TWIDALE, C.R.; MUELLER, J.E. Etching as a process of landform development. **Professional Geographer**, 40(1): 379-391, 1988.

VITTE, A.C. Considerações sobre a teoria da etchplanação e sua aplicação nos estudos das formas de relevo nas regiões tropicais quentes e úmidas. **Terra Livre**, São Paulo, n.16, p. 11-24. 2001.

\_\_\_\_\_. Etchplanação dinâmica e episódica nos trópicos quentes e úmidos. **Revista do Departamento de Geografia**, n.16, p. 105-118. 2005.

## Apêndices

## Perfil I

**Data:** 15/12/2007

**Classificação:** LATOSSOLO AMARELO

**Localização:** Estado do Mato Grosso do Sul, Município de Batayporã, Fazenda Maísa, entorno da lagoa Dos 32, topossequência 1, distante 215m da borda da lagoa.

**Coordenadas:** 22°27'23.10"S e 53°13'17.52"O

**Situação e declive:** trincheira aberta em área plana.

**Material originário:** colúvio proveniente de arenitos da formação Caiuá.

**Relevo local e regional:** plano, área de terraço.

**Erosão:** trilhas formadas por pisoteio de gado.

**Drenagem:** boa.

**Vegetação original:** Floresta Estacional Semi-decidual Submontana transição com Cerrado.

**Uso atual:** pastagem.



**Descrição do perfil:**

**Ap** 0-30cm; coloração burno-escuro (10 YR 3/3); textura areia franca; estrutura fraca, pequena e média em blocos sub-angulares que se desfazem em granular; consistência solta quando seco, muito friável quando úmido e, não plástica e não pegajosa, quando molhada; porosidade abundante e pequena, textural e tubular de até 2mm de diâmetro; atividade biológica comum, presença de minhocas; raízes abundantes finas e fasciculadas (gramíneas); presença de fragmentos de carvão de até 1cm de diâmetro; transição ondulada clara.

**AB** 30-36cm; coloração bruno-forte (7,5 YR 4/6); textura franco-arenosa; estrutura moderada, pequena e média, sub-angular a angular; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, quando molhada; porosidade abundante; presença de pequenas concreções de ferro, com cerca de 0,4cm; atividade biológica comum; raízes finas e fasciculadas; presença de carvão; transição ondulada clara.

**BA** 36-68cm; coloração bruno-forte (7,5 YR 4/6); textura franco-argila-arenosa; estrutura moderada, pequena e média, sub-angular a angular; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, quando molhada; porosidade abundante; presença de pequenas concreções de ferro, com cerca de 0,4cm; atividade biológica comum; raízes finas e fasciculadas; presença de carvão; transição plana gradual.

**Bw<sub>1</sub>** 68-110cm; coloração bruno-forte (7,5 YR 5/6) e manchas alongadas verticais de coloração amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6); textura franco-argila-arenosa; estrutura fraca, pequena e média, angular a sub-angular que se desfaz em pequena e média granular; consistência solta quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, quando molhado; porosidade tubular abundante (antigas raízes); presença de nódulos de material argiloso milimétricos a centimétricos de formato arredondado; atividade biológica comum; poucas raízes finas e fasciculadas; presença de fragmentos de carvão; transição plana gradual.

**Bw<sub>2</sub>** 110-157cm; coloração bruno-forte (7,5 YR 5/6) e manchas alongadas verticalmente de coloração amarelo-claro-acinzentado (2,5 Y 7/4) em maior quantidade; textura franco-argila-arenosa; estrutura fraca, pequena e média, angular a sub-angular com tendência a pequena e média granular; consistência seca solta, úmida muito friável e, molhada, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; porosidade tubular abundante; presença de nódulos argilosos; atividade biológica comum; poucas raízes finas e fasciculadas; presença de fragmentos de carvão; transição plana gradual.

**Bw<sub>3</sub>** 157-200+cm; coloração bruno-forte (7,5 YR 5/6) e manchas alongadas verticalmente de coloração amarelo-claro-acinzentado (2,5 Y 7/4), com maiores dimensões; textura franco-argila-arenosa; estrutura fraca, pequena e média, angular a sub-angular com tendência a pequena e média granular; consistência solta quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, quando molhado; porosidade comum tubular; raras raízes finas e fasciculadas; presença de fragmentos de carvão vegetal.

Examinadores: H.Silveira e A.C.Fontana.

Resultados das análises físicas e químicas das amostras de solo do perfil I (LATOSSOLO AMARELO) da topossequência de solos I da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS.

Horizonte		Composição granulométrica da terra fina					Argila disp. em água	Grau de foc.	Relação silte/argila	Densidade		Porosidade		
Símb.	Prof. cm	Areia grossa	Areia fina	Silte grosso	Silte fino	Argila				solo	part.	Total	Macro	Micro
		g kg <sup>-1</sup>					%	kg m <sup>-3</sup>		dm dm <sup>-3</sup>				
Ap	0-30	330	475	54	66	75	37	51	1,60	1,57	-	43,19	8,01	35,17
AB	-36	288	443	54	36	178	99	44	0,51	1,72	-	39,12	12,38	26,75
BA	-68	290	384	49	29	248	124	50	0,31	-	-	-	-	-
Bw <sub>1</sub>	-110	295	365	52	18	271	96	65	0,26	1,46	-	48,45	22,81	25,63
Bw <sub>2</sub>	-157	275	426	55	19	226	10	96	0,33	1,47	-	49,70	21,04	28,65
Bw <sub>3</sub>	-200+	275	434	58	19	214	0	100	0,36	-	-	-	-	-
Hor.	pH (1:2,5)			Complexo sortivo								Valor V	Sat. por Al	P assim.
	Água	KCl	CaCl <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Valor T			
	cmolc kg <sup>-1</sup>											%	mg kg <sup>-1</sup>	
Ap	5,0	-	4,1	1,00	0,43	0,16	-	1,59	1,60	2,54	4,13	38,57	-	4,18
AB	4,9	-	4,5	1,19	0,27	0,07	-	1,53	1,45	2,03	3,56	42,91	-	2,95
BA	5,1	-	4,0	1,31	0,43	0,05	-	1,78	1,70	2,19	3,97	44,82	-	2,85
Bw <sub>1</sub>	5,3	-	5,3	1,39	0,26	0,08	-	1,72	1,75	2,03	3,75	45,85	-	3,52
Bw <sub>2</sub>	5,5	-	5,8	1,23	0,27	0,02	-	1,52	1,15	1,89	3,41	44,65	-	2,85
Bw <sub>3</sub>	5,2	-	5,9	1,04	0,34	0,04	-	1,42	1,30	1,75	3,17	44,77	-	2,66
Hor.	C orgânico g dm <sup>-3</sup>	Micronutrientes + S						Condutivid. hidráulica cm/hora						
		Fe	Cu	Mn	Zn	B	S							
Ap	8,32	156,80	1,45	19,00	0,89	0,28	3,55	4,422						
AB	6,05	74,50	1,18	29,70	0,13	0,19	4,07	2,248						
BA	5,30	58,30	1,10	19,30	0,47	0,24	5,51	-						
Bw <sub>1</sub>	4,92	51,80	0,70	6,90	0,18	0,28	4,21	7,178						
Bw <sub>2</sub>	4,54	53,40	1,03	0,60	0,37	0,27	2,87	8,615						
Bw <sub>3</sub>	4,16	56,80	0,38	0,20	0,24	0,25	9,93	-						

## Perfil II

**Data:** 16/12/2007

**Classificação:** LATOSSOLO

**Localização:** Estado do Mato Grosso do Sul, Município de Batayporã, Fazenda Maisa, entorno da lagoa Dos 32, topossequência 1, distante 77m da borda da lagoa.

**Coordenadas:** 22°27'26.22"S e 53°13'21.12"O

**Situação e declive:** trincheira aberta em área plana.

**Material originário:** colúvio proveniente de arenitos da formação Caiuá.

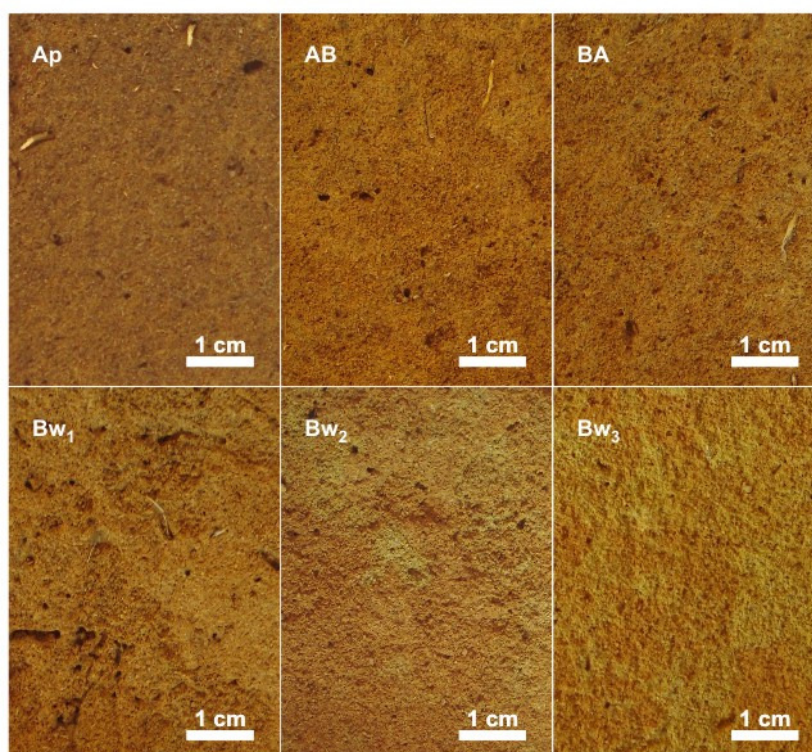
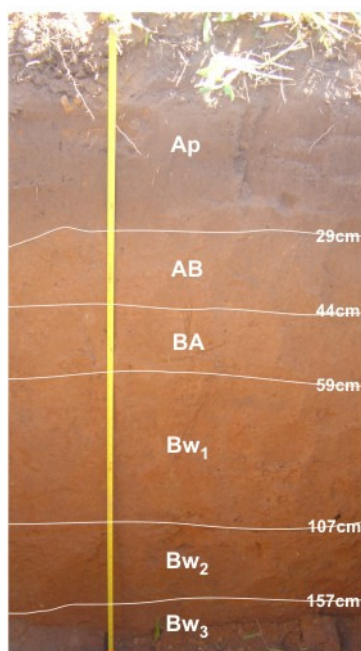
**Relevo local e regional:** plano, área de terraço.

**Erosão:** trilhas formadas por pisoteio de gado.

**Drenagem:** boa.

**Vegetação original:** Floresta Estacional Semi-decidual Submontana transição com Cerrado.

**Uso atual:** pastagem.



**Descrição do perfil:**

**Ap** 0-29cm; coloração bruno (10 YR 4/3); textura areia franca; estrutura fraca a moderada, pequena e média em blocos angulares a sub-angulares que se desfazem em granular; consistência solta quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, quando molhada; porosidade abundante; atividade biológica comum, presença de minhocas; raízes abundantes finas e fasciculadas (gramíneas); presença de fragmentos de carvão; transição ondulada clara.

**AB** 29-44cm; coloração bruno (7,5 YR 5/4); textura franco-argila-arenosa; estrutura moderada, pequena e média, angular a sub-angular; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, quando molhada; porosidade abundante, tubular; vestígios de atividade biológica, canais; raízes finas e fasciculadas; presença de carvão; transição plana gradual.

**BA** 44-59cm; coloração bruno (7,5 YR 5/4); textura franco-argila-arenosa; estrutura moderada, pequena e média, angular a sub-angular; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, quando molhada; porosidade abundante, tubular; atividade biológica comum; raízes finas e fasciculadas; presença de poucos e pequenos fragmentos de carvão; transição plana gradual.

**Bw<sub>1</sub>** 59-107cm; coloração bruno-forte (7,5 YR 4/6); textura franco-argila-arenosa; estrutura fraca a moderada, pequena e média, angular a sub-angular que se desfaz em granular; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, quando molhado; porosidade abundante; presença de nódulos de material argiloso centimétricos (1-2cm); atividade biológica comum; poucas raízes finas e fasciculadas; presença de fragmentos de carvão muito pequenos; transição plana difusa.

**Bw<sub>2</sub>** 107-158cm; coloração bruno-forte (7,5 YR 5/8) e manchas alongadas verticalmente, que acompanha raízes, de coloração bruno muito claro-acinzentado (10 YR 7/4); textura franco-argila-arenosa; estrutura fraca, pequena e média, angular a sub-angular com tendência a pequena granular; consistência seca solta, úmida muito friável e, molhada, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; porosidade abundante; presença de poucos e milimétricos nódulos argilosos; atividade biológica comum; poucas raízes finas; presença de fragmentos de carvão muito pequenos; transição plana difusa.

**Bw<sub>3</sub>** 158-200+cm; coloração bruno-forte (7,5 YR 5/8) e manchas alongadas verticalmente de coloração bruno muito claro-acinzentado (10 YR 7/3), com maiores dimensões; textura franco-argila-arenosa; estrutura fraca, pequena e média, angular a sub-angular com tendência a pequena e pequena granular; consistência solta quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, quando molhado; porosidade comum; presença de poucos e pequenos fragmentos de carvão vegetal.

Examinadores: H.Silveira e A.C.Fontana.

Resultados das análises físicas e químicas das amostras de solo do perfil II (LATOSSOLO AMARELO) da topossequência de solos I da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS.

Horizonte		Composição granulométrica da terra fina					Argila disp. em água	Grau de floc. %	Relação silte/argila	Densidade		Porosidade		
Símb.	Prof. cm	Areia grossa	Areia fina	Silte grosso	Silte fino	Argila				solo	part.	Total	Macro	Micro
		g kg <sup>-1</sup>							kg m <sup>-3</sup>		dm dm <sup>-3</sup>			
Ap	0-29	328	465	62	77	68	3,50	49	2,04	1,39	-	43,70	17,99	25,71
AB	-44	302	393	60	31	214	13,20	38	0,43	1,79	-	31,02	9,94	21,08
BA	-59	293	423	56	28	200	9,70	52	0,42	1,66	-	35,79	15,38	20,41
Bw <sub>1</sub>	-107	284	381	53	19	263	12,40	53	0,27	1,67	-	41,75	17,79	23,96
Bw <sub>2</sub>	-158	265	397	56	21	262	1,60	94	0,29	1,54	-	45,26	17,35	27,90
Bw <sub>3</sub>	-200+	318	374	57	23	228	0,20	99	0,35	1,51	-	47,30	17,95	29,35
Hor.	pH (1:2,5)			Complexo sortivo								Valor V	Sat. por Al	P assim. mg kg <sup>-1</sup>
	Água	KCl	CaCl <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Valor T			
				cmolc kg <sup>-1</sup>										
Ap	4,7	-	4,3	1,33	0,81	0,15	-	2,28	1,90	2,74	5,02	45,41	-	5,61
AB	5,0	-	4,9	1,42	0,63	0,06	-	2,10	1,45	2,19	4,29	48,90	-	3,80
BA	4,9	-	4,9	1,29	0,41	0,07	-	1,77	1,25	2,03	3,80	46,60	-	2,66
Bw <sub>1</sub>	4,9	-	5,1	1,39	0,34	0,04	-	1,77	2,75	2,19	3,96	44,75	-	3,52
Bw <sub>2</sub>	5,1	-	4,8	1,42	0,52	0,04	-	1,98	2,20	2,19	4,17	47,49	-	4,09
Bw <sub>3</sub>	5,3	-	5,2	1,26	0,49	0,02	-	1,77	1,10	1,89	3,66	48,33	-	3,33
Hor.	C orgânico g dm <sup>-3</sup>	Micronutrientes + S						Condutivid. hidráulica cm/hora						
		Fe	Cu	Mn	Zn	B	S							
	mg dm <sup>-3</sup>													
Ap	17,78	196,20	2,26	39,60	2,40	0,32	4,54	2,683						
AB	7,94	76,00	3,17	17,10	0,37	0,30	10,47	1,257						
BA	7,19	64,40	2,12	4,60	0,46	0,28	3,22	3,171						
Bw <sub>1</sub>	6,05	68,20	2,82	2,10	0,64	0,29	4,21	5,910						
Bw <sub>2</sub>	4,92	63,10	1,25	0,20	0,56	0,30	13,39	8,615						
Bw <sub>3</sub>	4,54	50,20	0,54	0,20	0,51	0,31	6,42	5,333						



### Perfil III

**Data:** 16/12/2007

**Classificação:** PLANOSSOLO

**Localização:** Estado do Mato Grosso do Sul, Município de Batayporã, Fazenda Maisa, entorno da lagoa Dos 32, topossequência 1, distante 12,5m da borda da lagoa.

**Coordenadas:** 22°27'27.61"S e 53°13'22.80"O

**Situação e declive:** trincheira aberta próximo a base da vertente.

**Material originário:** colúvio proveniente de arenitos da formação Caiuá.

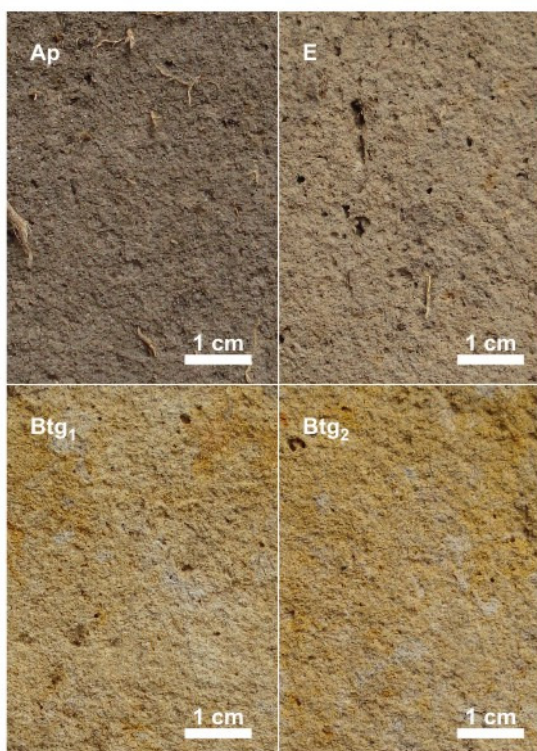
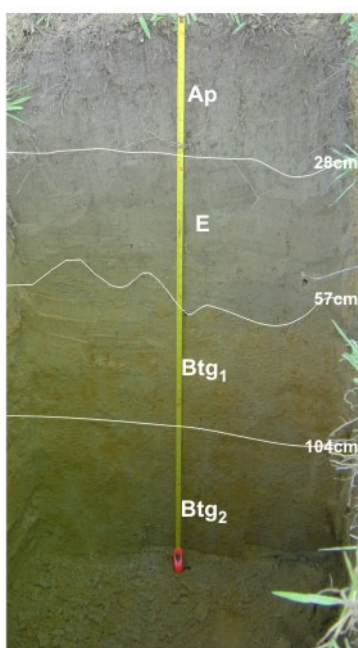
**Relevo local e regional:** plano, área de terraço.

**Erosão:** trilhas formadas por pisoteio de gado.

**Drenagem:** boa.

**Vegetação original:** Floresta Estacional Semi-decidual Submontana transição com Cerrado.

**Uso atual:** pastagem.



**Descrição do perfil:**

**Ap** 0-28cm; coloração cinzento (10 YR 5/1-2); textura arenosa; estrutura fraca, pequena e média em blocos angulares a sub-angulares que se desfazem em pequena granular; consistência solta quando seco, solta quando úmido e, não plástica e não pegajosa, quando molhada; porosidade abundante, textural (intergrãos); atividade biológica comum; raízes abundantes finas e fasciculadas (gramíneas) ; transição ondulada clara.

**AE** 28-57cm; coloração cinzento-bruno-claro (10 YR 6/2); textura arenosa; estrutura fraca a moderada, pequena e média, angular a sub-angular que se desfaz em grão soltos; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, não plástica a ligeiramente plástica e não pegajosa a ligeiramente pegajosa, quando molhada; porosidade muito abundante, tubular; atividade biológica comum; raízes finas e fasciculadas; presença de fragmentos vegetais parcialmente transformados em carvão; transição ondulada clara.

**Btg<sub>1</sub>** 57-104cm; coloração bruno muito claro-acinzentado (10 YR 7/4) com mosqueamentos de coloração amarelo-brunado (10 YR 6/6) e cinzento-claro (10 YR 7/1) dispersos e irregulares; textura argilo-arenosa; estrutura moderada a forte, média, angular a sub-angular; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, plástica e pegajosa, quando molhada; porosidade comum; atividade biológica comum; poucas raízes finas e fasciculadas; presença fragmentos vegetais parcialmente transformados em carvão; transição plana difusa.

**Btg<sub>2</sub>** 104-170+cm; coloração bruno muito claro-acinzentado (10 YR 7/4) com mosqueamentos de coloração amarelo-brunado (10 YR 6/8) e cinzento-claro (10 YR 7/1) dispersos e irregulares; textura argilo-arenosa; estrutura moderada a forte, pequena e média, angular a sub-angular; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, plástica e pegajosa, quando molhada; porosidade comum; atividade biológica comum; muito poucas raízes finas; nódulo arredondado com córtex endurecido.

Examinadores: H.Silveira e A.C.Fontana.

Resultados das análises físicas e químicas das amostras de solo do perfil III (PLANOSSOLO HÁPLICO) da topossequência de solos I da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS.

Horizonte		Composição granulométrica da terra fina					Argila disp. em água	Grau de floc. %	Relação silte/argila	Densidade		Porosidade		
Símb.	Prof. cm	Areia grossa	Areia fina	Silte grosso	Silte fino	Argila				solo	part.	Total	Macro	Micro
		g kg <sup>-1</sup>							kg m <sup>-3</sup>		dm dm <sup>-3</sup>			
Ap	0-28	332	492	67	53	56	30	47	2,16	1,43	-	42,67	20,00	22,67
E	-57	338	427	75	36	124	83	33	0,89	1,79	-	34,64	16,12	18,52
BE	(53-62)	298	345	62	30	265	152	43	0,35	-	-	-	-	-
Btg <sub>1</sub>	-104	262	343	67	23	306	166	46	0,29	1,66	-	41,69	9,80	31,90
Btg <sub>2</sub>	-170+	285	395	68	24	228	29	87	0,40	1,61	-	47,41	13,34	34,08
Hor.	pH (1:2,5)			Complexo sortivo								Valor V	Sat. por Al	P assim. mg kg <sup>-1</sup>
	Água	KCl	CaCl <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Valor T			
				cmolc kg <sup>-1</sup>										
Ap	4,9	-	4,3	1,27	0,90	0,02	-	2,19	1,70	2,54	4,73	46,32	-	10,83
E	4,7	-	4,1	1,10	0,24	0,09	-	1,43	2,00	2,36	3,79	37,77	-	4,37
BE	4,4	-	4,0	1,33	0,32	0,04	-	1,69	2,90	2,74	4,43	38,13	-	3,33
Btg <sub>1</sub>	4,3	-	3,8	0,80	0,27	0,05	-	1,12	4,40	3,18	4,30	26,05	-	3,33
Btg <sub>2</sub>	4,0	-	3,6	0,27	0,09	0,01	-	0,36	5,50	3,42	3,78	9,54	-	3,04
Hor.	C orgânico g dm <sup>-3</sup>	Micronutrientes + S						Condutivid. hidráulica cm/hora						
		Fe	Cu	Mn	Zn	B	S							
Ap	12,48	85,20	2,01	10,70	2,00	0,19	3,76	3,244						
E	8,32	109,40	3,12	0,80	0,57	0,24	4,75	1,735						
BE	7,19	122,80	4,28	0,20	0,61	0,14	2,24	-						
Btg <sub>1</sub>	5,30	78,80	3,59	0,20	0,40	0,30	3,91	2,088						
Btg <sub>2</sub>	4,92	97,70	1,64	0,30	0,41	0,19	2,42	1,769						

## Perfil IV

**Data:** 16/12/2007

**Classificação:** Argissolo

**Localização:** Estado do Mato Grosso do Sul, Município de Batayporã, Fazenda Maisa, entorno da lagoa Dos 32, topossequência 1, distante 25m da borda da lagoa.

**Coordenadas:** 22°27'27.34"S e 53°13'22.47"O

**Situação e declive:** trincheira aberta na área inclinada da vertente.

**Material originário:** colúvio proveniente de arenitos da formação Caiuá.

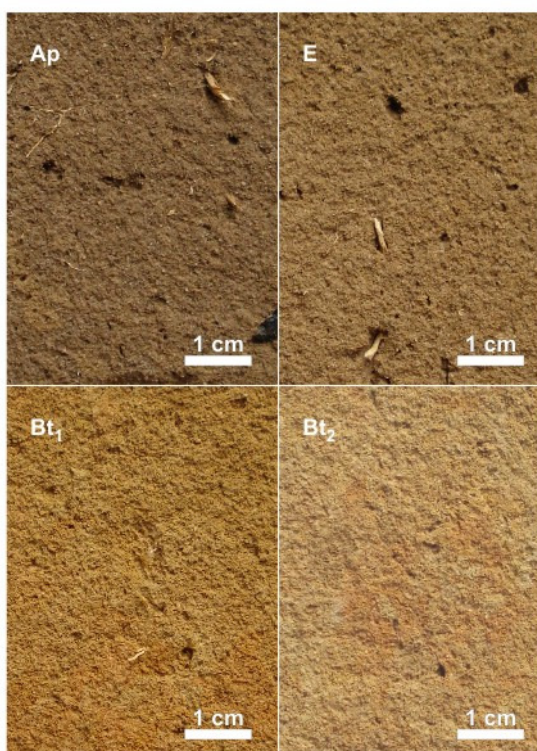
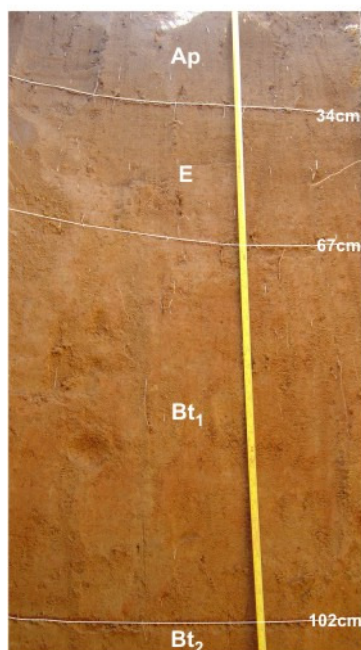
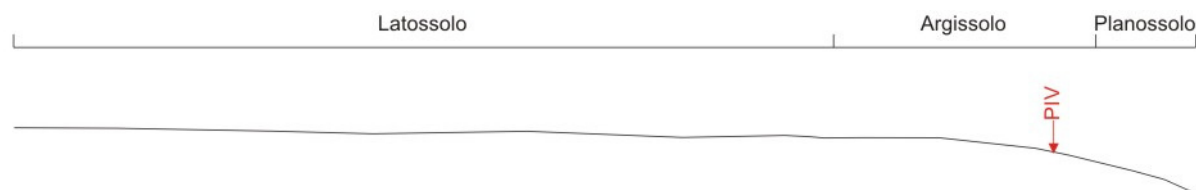
**Relevo local e regional:** plano, área de terraço.

**Erosão:** trilhas formadas por pisoteio de gado.

**Drenagem:** boa.

**Vegetação original:** Floresta Estacional Semi-decidual Submontana transição com Cerrado.

**Uso atual:** pastagem.



**Descrição do perfil:**

**Ap** 0-34cm; coloração bruno-acinzentado-escuro (10 YR 4/2); textura arenosa; estrutura fraca, pequena e média em blocos angulares a sub-angulares que se desfazem em granular e grãos simples; consistência solta quando seco e quando úmido e, não plástica e não pegajosa, quando molhada; porosidade abundante, tubular; vestígios de atividade biológica abundante,; raízes abundantes finas e fasciculadas (gramíneas); presença de poucos fragmentos vegetais parcialmente transformados em carvão; transição plana gradual.

**E** 34-67cm; coloração bruno (10 YR 5/3); textura arenosa; estrutura moderada, pequena e média, angular a sub-angular que se desmancha em grãos simples; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, não plástica e não pegajosa, quando molhada; porosidade abundante, tubular; vestígios de atividade biológica; raízes finas e fasciculadas; presença fragmentos vegetais parcialmente carbonizados; transição plana gradual.

**Bt<sub>1</sub>** 67-102cm; coloração bruno-amarelado-claro (10 YR 6/4) e manchas irregulares de coloração bruno-forte (7,5 YR 5/8); textura argilo-arenosa a franco-argilo-arenosa; estrutura moderada, pequena e média, angular a sub-angular; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa, quando molhada; porosidade comum; atividade biológica comum; poucas raízes finas e fasciculadas; presença de carvão; transição plana difusa.

**Bt<sub>2</sub>** 102-160+cm; coloração bruno muito claro-acinzentado (10 YR 7/4) e manchas irregulares de coloração bruno-forte (7,5 YR 5/8); textura argilo-arenosa a franco-argilo-arenosa; estrutura fraca a moderada, pequena e média, angular a sub-angular que se desfaz em granular; consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa, quando molhado; porosidade comum.

Examinadores: H.Silveira e A.C.Fontana.

Resultados das análises físicas e químicas das amostras de solo do perfil IV (ARGISSOLO ACINZENTADO) da topossequência de solos I da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS.

Horizonte		Composição granulométrica da terra fina					Argila disp. em água	Grau de floc. %	Relação silte/argila	Densidade		Porosidade		
Símb.	Prof. cm	Areia grossa	Areia fina	Silte grosso	Silte fino	Argila				solo	part.	Total	Macro	Micro
		g kg <sup>-1</sup>							kg m <sup>-3</sup>		dm dm <sup>-3</sup>			
Ap	0-34	328	450	61	77	84	41	51	1,64	-	-	-	-	-
E	-67	392	414	59	40	96	47	51	1,03	-	-	-	-	-
Bt <sub>1</sub>	-102	271	386	60	21	263	130	51	0,31	-	-	-	-	-
Bt <sub>2</sub>	-160+	275	405	65	18	236	19	92	0,35	-	-	-	-	-
Hor.	pH (1:2,5)			Complexo sortivo								Valor V	Sat. por Al	P assim. mg kg <sup>-1</sup>
	Água	KCl	CaCl <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	Valor T			
		cmolc kg <sup>-1</sup>										%		mg kg <sup>-1</sup>
Ap	4,7	-	3,7	1,33	0,84	0,09	-	2,25	2,00	2,95	5,20	43,28	-	4,28
E	4,8	-	4,6	1,26	0,14	0,25	-	1,65	1,75	2,19	3,84	42,93	-	2,76
Bt <sub>1</sub>	5,1	-	4,4	1,51	0,73	0,14	-	2,38	1,35	2,03	4,41	53,98	-	2,95
Bt <sub>2</sub>	4,7	-	5,5	1,42	0,85	0,08	-	2,36	1,10	1,89	4,25	55,50	-	2,47
Hor.	C orgânico g dm <sup>-3</sup>	Micronutrientes + S						Condutivid. hidráulica						
		Fe	Cu	Mn	Zn	B	S	cm/hora						
		mg dm <sup>-3</sup>												
Ap	14,38	210,00	2,61	79,40	2,17	0,34	4,82	-						
E	8,32	197,80	2,79	30,80	1,28	0,29	6,61	-						
Bt <sub>1</sub>	5,30	82,40	2,27	3,00	0,91	0,31	4,24	-						
Bt <sub>2</sub>	4,54	46,20	0,80	3,80	0,25	0,41	5,30	-						

## Perfil V

**Data:** 16/12/2007

**Classificação:** PLANOSSOLO

**Localização:** Estado do Mato Grosso do Sul, Município de Batayporã, Fazenda Maisa, entorno da lagoa Dos 32, topossequência 1, distante 2m da borda da lagoa.

**Coordenadas:** 22°27'27.87"S e 53°13'23.13"O

**Situação e declive:** trincheira aberta no sopé da vertente.

**Material originário:** colúvio proveniente de arenitos da formação Caiuá.

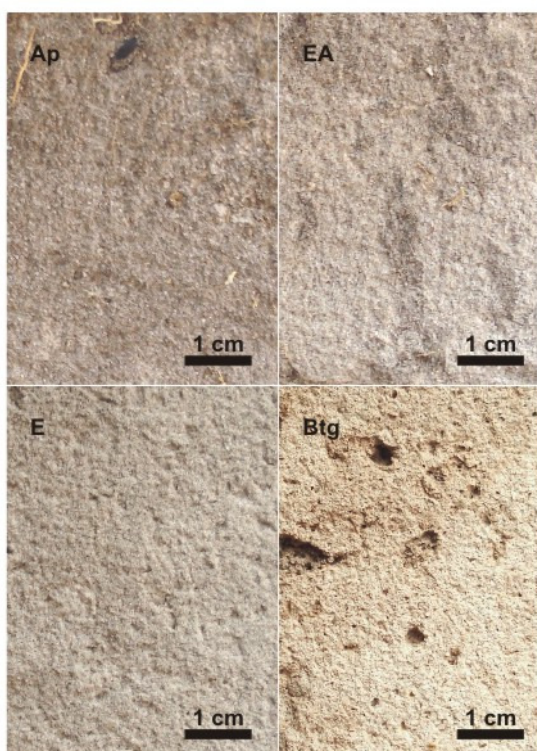
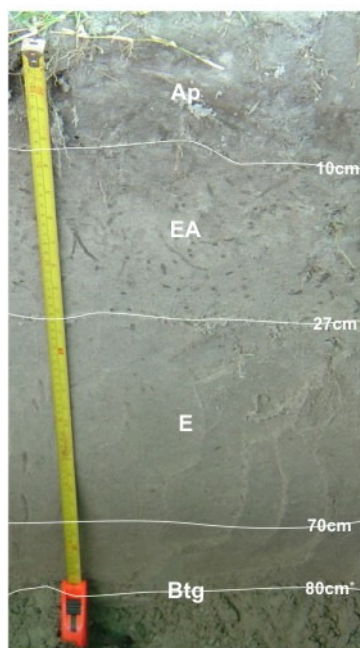
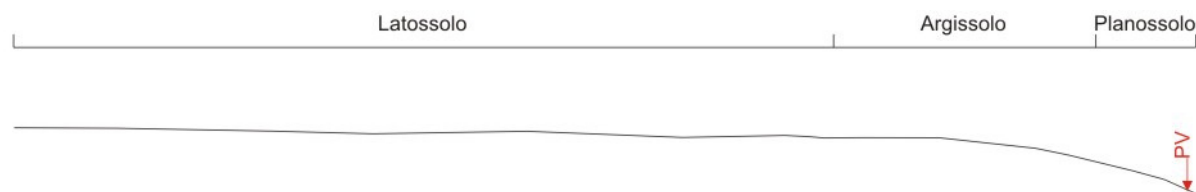
**Relevo local e regional:** plano, área de terraço.

**Erosão:** trilhas formadas por pisoteio de gado.

**Drenagem:** deficiente na base.

**Vegetação original:** Floresta Estacional Semi-decidual Submontana transição com Cerrado.

**Uso atual:** pastagem.



**Descrição do perfil:**

**Ap** 0-10cm; coloração cinzento (10 YR 5/1) com manchas horizontais de coloração cinzento-claro (10 YR 7/1); textura arenosa; estrutura fraca, pequena granular que se desfazem em grãos simples; consistência solta quando seco e quando úmido e, não plástica e não pegajosa, quando molhada; porosidade abundante textural; atividade biológica abundante, presença de minhocas; raízes abundantes finas e fasciculadas (gramíneas) ; transição ondulada clara.

**EA** 10-27cm; coloração cinzento-claro (10 YR 7/2) manchas alongadas verticais e arredondadas de coloração cinzento (10 YR 5/1); textura arenosa; estrutura maciça que se desfaz em grãos simples; consistência solta quando seco e quando úmido e, não plástica e não pegajosa, quando molhada; porosidade abundante, textural; atividade biológica comum; raízes finas e fasciculadas; transição plana difusa.

**E** 27-70cm; coloração cinzento-claro (10 YR 7/1) com poucas manchas no topo do horizonte de coloração cinzento (10 YR 5/1); textura arenosa; estrutura maciça que se desfaz em grãos simples; consistência solta quando seco e quando úmido e, não plástica e não pegajosa, quando molhada; porosidade abundante, textural; poucas raízes finas; transição plana gradual.

**Btg** 70-110+cm; coloração cinzento-claro (10 YR 7/2); textura franco-argilo-arenosa; estrutura maciça; consistência muito dura quando seco, macia quando úmido e, plástica e pegajosa, quando molhado; porosidade abundante.

Examinadores: H.Silveira e A.C.Fontana.



Resultados das análises físicas e químicas das amostras de solo do perfil V (PLANOSSOLO HÁPLICO) da topossequência de solos I da lagoa Dos 32, terraço Taquarussu, MS.

Horizonte		Composição granulométrica da terra fina					Argila disp. em água	Grau de floc.	Relação silte/argila	Densidade		Porosidade		
Símb.	Prof. cm	Areia grossa	Areia fina	Silte grosso	Silte fino	Argila				solo	part.	Total	Macro	Micro
		g kg <sup>-1</sup>					%		kg m <sup>-3</sup>		dm dm <sup>-3</sup>			
Ap	0-10	381	465	62	66	26	09	65	4,92	-	-	-	-	-
A/E	-27	400	492	51	31	26	08	69	3,15	-	-	-	-	-
E	-70	368	530	63	22	17	04	76	5,00	1,72	-	35,40	20,36	14,53
Btg	-120+	242	343	58	19	338	223	34	0,23	1,60	-	43,47	10,69	32,78
Hor.	pH (1:2,5)			Complexo sortivo							Valor V	Sat. por Al	P assim.	
	Água	KCl	CaCl <sub>2</sub>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Valor S	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>				Valor T
		cmolc kg <sup>-1</sup>										%		mg kg <sup>-1</sup>
Ap	4,0	-	3,5	0,84	0,77	0,01	-	1,62	3,10	4,28	5,90	27,45	-	9,12
A/E	4,1	-	3,7	0,59	0,41	0,01	-	1,01	2,25	2,19	3,20	31,57	-	6,56
E	4,2	-	3,9	0,33	0,19	0,01	-	0,52	1,65	1,62	2,14	24,42	-	4,56
Btg	3,6	-	3,5	1,01	0,91	0,01	-	1,93	5,45	4,61	6,54	29,54	-	11,31
Hor.	C orgânico g dm <sup>-3</sup>	Micronutrientes + S					Condutivid. hidráulica cm/hora							
		Fe	Cu	Mn	Zn	B		S						
		mg dm <sup>-3</sup>												
Ap	21,56	21,70	0,64	3,20	1,46	0,28	3,91	-						
A/E	9,84	6,60	0,02	0,10	2,37	0,45	2,38	-						
E	6,43	0,30	0,13	0,20	0,92	0,27	2,54	7,006						
Btg	4,54	59,40	0,55	5,40	1,16	0,26	2,59	1,187						

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)