**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA**

**Estudo das propriedades hidromórficas de solos e depósitos
no setor inferior de vertentes e em fundos de vale na Alta
Bacia Hidrográfica do Rio Cotia / Planalto de Ibiúna**

VERSÃO CORRIGIDA

Helga Grigorowitschs

**São Paulo
2013**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA**

**Estudo das propriedades hidromórficas de solos e depósitos no
setor inferior de vertentes e em fundos de vale na Alta Bacia
Hidrográfica do Rio Cotia / Planalto de Ibiúna**

VERSÃO CORRIGIDA

Helga Grigorowitschs

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

Orientadora: Profa. Dra. Cleide Rodrigues

De acordo:

**São Paulo
2013**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Cleide, pela orientação, pelos ensinamentos geográficos desde a graduação e pela confiança e amizade.

À professora Sidneide Manfredini, a Sid, por ter contribuído de várias maneiras para esta pesquisa, com sua participação na banca de qualificação, sua ajuda em trabalhos de campo e por sempre estar disposta a esclarecer dúvidas pedológicas.

À professora Sheila Furquim, pela participação na banca de qualificação e pelas importantes contribuições fornecidas na ocasião.

À professora Rosely Pacheco Dias Ferreira, a Rosy, pela indicação de referências bibliográficas na fase inicial desta pesquisa.

Ao Marcos R. Pinheiro, pelo apoio, paciência, carinho e pela grande ajuda em diversas etapas deste trabalho, especialmente nos trabalhos de campo, tornando menos pesada essa etapa da pesquisa.

Ao amigo Eduardo S. Bueno, pela amizade, apoio, pela ajuda nos trabalhos de campo e outros tipos de ajuda ao longo desta pesquisa.

Aos amigos Juliana Silva, Juliana Mantovani, Yuri Veneziani e Cris (Isabel C. Moroz), pela convivência e aprendizado durante os “tempos de Rodoanel”.

À Fernanda Campos Oliveira, por fornecer informações e explicações a respeito de técnicas em hidrologia e química.

À minha mãe, Rita, pelo amor, apoio, paciência, compreensão e exemplo. À irmã Tamara e ao cunhado Leo, pelo apoio e carinho. Ao meu pai Sérgio e à tia Ruth, que teriam gostado muito de ver esse trabalho e toda essa trajetória.

Ao Márcio, Alessandro e Robson, pela ajuda nos trabalhos de campo.

Ao José Roberto Nali, responsável pela administração da Reserva Florestal do Morro Grande, e ao Gerson Lemes, ambos da SABESP, por apoiarem a realização desta pesquisa na Reserva.

À FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo, pela concessão da bolsa de mestrado.

RESUMO

Nesta pesquisa foram estudadas morfologias e posições do relevo que apresentam solos e depósitos com regimes hídricos caracterizados pela saturação temporária ou permanente, tendo os seguintes objetivos: (i) caracterização dos solos e depósitos presentes no setor inferior de vertentes e em fundos de vale, incluindo planícies fluviais, com ênfase em suas propriedades hidromórficas; (ii) identificação de graus de hidromorfia nos solos e depósitos desses setores e morfologias, e representação de sua variabilidade espacial; (iii) elaboração de proposições a respeito do regime de saturação hídrica nos setores estudados e de sua relação com os graus de hidromorfia identificados; (iv) elaboração de proposições sobre tendências espaciais hidrodinâmicas associadas à inundação fluvial nas áreas de planície. Sob o aspecto metodológico, a pesquisa foi desenvolvida de acordo com os princípios da abordagem geossistêmica, apresentando uma análise integrada que buscou identificar as inter-relações entre as variáveis pesquisadas. Para tal estudo, foram selecionados dois perfis transversais na Alta Bacia Hidrográfica do Rio Cotia, que abrangeram o setor inferior de vertentes e fundos de vale, um deles com planície fluvial. Ao longo desses perfis transversais foram realizados os seguintes levantamentos e procedimentos: (i) levantamento morfométrico e construção de gráficos dos perfis; (ii) descrição dos atributos morfológicos dos solos e depósitos; (iii) monitoramento dos níveis d'água do lençol freático ou lençol suspenso nos pontos de descrição. A caracterização e análise detalhadas das propriedades hidromórficas revelaram gradações de intensidade nas mesmas, e, a partir dessa base, desenvolveu-se uma proposta para classificação dos solos e depósitos segundo graus de hidromorfia. Foram construídas representações gráficas bidimensionais que ilustraram a sucessão vertical e lateral de horizontes pedogenéticos e camadas com diferentes graus de hidromorfia ao longo dos setores e morfologias estudadas. Desta maneira, foram identificadas tendências gerais no que se refere à distribuição espacial dos graus de hidromorfia e à relação desses graus com o regime de saturação hídrica. Um dos padrões identificados consistiu no aumento do grau de hidromorfia dos perfis verticais de solos e depósitos com o aumento da profundidade, que está associado a um maior tempo de duração das condições de saturação hídrica nos horizontes mais profundos. Também foram observadas diferenças significativas na intensidade das propriedades hidromórficas das vertentes, quando comparadas às áreas de fundos de vale, incluindo a planície fluvial. Neste sentido, foram identificados graus de hidromorfia mais baixos nos horizontes A e B dos pontos localizados nas vertentes, e graus mais elevados nos horizontes A e B dos pontos localizados nos fundos de vale. Essas diferenças na ocorrência dos graus de hidromorfia foram atribuídas a distintos regimes de saturação hídrica, sendo que, de maneira geral, os horizontes pedogenéticos e as camadas com graus de hidromorfia elevados estão sujeitos a condições de saturação hídrica de maior duração ou permanentes, quando comparados àqueles que possuem graus de hidromorfia mais baixos, nos quais os eventos de saturação hídrica tem menor duração e/ou ocorrem com menor frequência. Com relação às proposições referentes à inundação fluvial na planície estudada, foram identificadas morfologias que recebem preferencialmente os fluxos fluviais da inundação e apresentam taxas de deposição mais elevadas, e setores com taxas de deposição mais baixas nos quais a inundação é menos frequente e há predomínio da deposição de sedimentos finos.

Palavras-chave: Gleissolos; feições redoximórficas; graus de hidromorfia; planície fluvial; Organossolos; saturação hídrica

ABSTRACT

In this research we studied morphologies and relief positions with soils and deposits with moisture regimes characterized by temporary or permanent water saturation, with the following objectives: (i) characterization of soils and deposits located in lower slope sectors and valley bottoms, with an emphasis on their hydromorphic properties; (ii) identification of degrees of hydromorphy in the soils and deposits of these sectors and morphologies, and representation of their spatial variability; (iii) development of propositions about the regime of water saturation in the studied areas and its relationship with the degrees of hydromorphy; (iv) development of propositions about the hydrodynamics of floods in the studied floodplain. Regarding the methodological aspect, the research was conducted according to the principles of the geosystemic approach, presenting an integrated analysis which considered the inter-relations among the studied variables. For this study, we selected two cross profiles in the Cotia Drainage Basin, comprising lower slope sectors and valley bottoms, including a floodplain. Along these cross profiles, the following surveys were conducted: (i) topographic survey and construction of cross section graphics; (ii) description of the morphological attributes of soils and deposits, including detailed description of their hydromorphic properties; (iii) monitoring the water levels of the water table and perched water tables in the sites of description. The detailed characterization and analysis of the hydromorphic properties revealed gradations of intensity in them, and, based primarily on this, we developed a proposal for classification the soils and deposits of the study area according to degrees of hydromorphy. We built two-dimensional graphical representations which illustrated vertical and lateral successions of pedogenetic horizons or layers with different degrees of hydromorphy. Thus, general trends were identified in respect to the spatial distribution of the degrees of hydromorphy and in respect to its relationship with the regime of water saturation. One of the patterns identified consisted in the increase of the degree of hydromorphy in the soil profiles with increasing depth, associated with a longer duration of water saturation conditions in the deeper horizons. It were also observed significant differences in the intensity of the hydromorphic properties of the slopes, when compared to the valley bottom areas, including the floodplain. In this regard, lower degrees of hydromorphy were identified in the A and B horizons in the slope sectors, and higher degrees in the A and B horizons in the valley bottom areas. Such differences in the degree of hydromorphy were ascribed to distinct regimes of water saturation, considering that, in general, the horizons and layers with higher degrees of hydromorphy are subject to water saturation conditions of longer duration, when compared to those classified according to lower degrees of hydromorphy, in which the water saturation events have shorter duration and/or have lower frequency. Concerning the propositions about the hydrodynamics of floods in the studied floodplain, we identified morphologies that preferentially receive the overflowing river flows and have higher deposition rates, and sectors with lower deposition rates, where flooding is less frequent and there is a predominance of fine sediments deposition.

Keywords: gley soils; redoximorphic features; degrees of hydromorphy; floodplain; peat; water saturation

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	1
2. JUSTIFICATIVAS	5
3. SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DOS PERFIS TRANSVERSAIS.....	6
3.1 Seleção da bacia hidrográfica	6
3.2 Área de abrangência dos perfis transversais	7
3.3 Mapa da morfologia fluvial da área de abrangência e seleção dos perfis transversais para o estudo.....	9
4. CARACTERIZAÇÃO GERAL (contexto regional e da Alta Bacia do Rio Cotia/Reserva Florestal do Morro Grande).....	13
4.1 Geomorfologia e hidrografia.....	13
4.2 Geologia.....	15
4.3 Clima	16
4.4 Solos	17
4.5 Cobertura Vegetal	18
4.6 Algumas referências sobre o histórico de uso da terra e criação da RFMG	19
5. BASE METODOLÓGICA GERAL DA PESQUISA.....	20
6. FUNDAMENTOS TEÓRICO-CONCEITUAIS	22
6.1 Fundamentos teórico-conceituais em geomorfologia	22
6.1.1 Geomorfologia de vertentes	22
6.1.2 Geomorfologia de planícies fluviais.....	24
6.2 Fundamentos teórico-conceituais em geoquímica e pedologia	27
6.2.1 Reações de oxi-redução em ambientes anaeróbicos	27
6.2.2 Geoquímica e comportamento do Ferro em ambientes aeróbicos e anaeróbicos....	29

6.2.3 Feições redoximórficas	31
6.2.4 Acúmulo de matéria orgânica em ambientes anaeróbicos e formação de materiais organominerais	36
6.3 Fundamentos teórico-conceituais da interface pedologia/ geomorfologia fluvial.....	38
6.3.1 O desenvolvimento de solos nas planícies fluviais	38
6.3.2 Interferência dos processos fluviais na formação de propriedades hidromórficas em solos e depósitos nas planícies	40
7. REFERÊNCIAS PARA A INTERPRETAÇÃO DAS PROPRIEDADES HIDROMÓRFICAS COMO INDICADORES DE REGIMES HÍDRICOS DE SATURAÇÃO E SUA UTILIZAÇÃO NA DEFINIÇÃO DE GRAUS DE HIDROMORFIA	42
7.1 Feições redoximórficas como indicadores de zonas sujeitas à saturação hídrica e sua relação com o tempo de duração dos eventos de saturação.....	43
7.2 Exemplos de classes ou categorias de regime hídrico e padrões de feições redoximórficas associados.....	45
7.3 Materiais organominerais como indicadores de zonas sujeitas à saturação hídrica e sua relação com o tempo de duração dos eventos de saturação.....	47
7.4 Referências do Guia de Indicadores de Campo de Solos Hídricos USDA/NRCS (2010)	48
7.5 Considerações a respeito da utilização das referências apresentadas	50
8. TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS	53
8.1 Elaboração do mapa da morfologia fluvial da área de abrangência	53
8.2 Levantamento morfométrico dos perfis transversais	54
8.3 Técnicas e procedimentos para a caracterização dos solos e depósitos	56
8.4 Medição dos níveis d'água.....	70
9. RESULTADOS	72
9.1 Gráficos dos Perfis Transversais e localização dos pontos de descrição dos solos e depósitos	72
9.2 Caracterização dos solos e depósitos	77
9.3 Proposta de classificação dos solos e depósitos segundo graus de hidromorfia.....	144
9.3.1 Informações complementares que auxiliaram na definição dos graus de hidromorfia	151

9.4 Apresentação e análise dos graus de hidromorfia dos setores estudados e de proposições a respeito do regime de saturação hídrica	152
9.5 Considerações a respeito da dinâmica fluvial de inundações na planície do Perfil Transversal A	190
10. CONCLUSÕES	193
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	198
ANEXOS	205

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Em determinadas morfologias e posições do relevo, tais como no setor inferior de vertentes e em fundos de vale, os solos e depósitos apresentam regimes hídricos caracterizados pela saturação temporária ou permanente. Tais regimes estão associados a condições e processos diversos, como à presença do lençol freático, de lençóis suspensos, de zonas temporariamente alagadas devido à inundação fluvial, e zonas saturadas no setor inferior e sopé das vertentes associadas ao escoamento superficial e subsuperficial nas mesmas.

Essas condições hídricas são responsáveis pela formação de *propriedades hidromórficas* nos solos e depósitos desses ambientes, sendo que as principais delas consistem nas *feições redoximórficas* (feições morfológicas oriundas da redução e mobilização do ferro e do manganês, tais como os mosqueados) e nos *materiais organominerais* (materiais formados a partir do acúmulo de matéria orgânica, tais como as turfas). Essas propriedades hidromórficas ocorrem em solos classificados como Gleissolos e Organossolos, mas não se restringem aos materiais enquadrados nessa classificação.

As propriedades hidromórficas são apontadas em diversos estudos (e.g. Simonson & Boersma, 1972; Vepraskas, 2001; Hurt & Carlisle, 2001; Tassinari *et al.*, 2002) como indicadores da localização e da profundidade das zonas sujeitas à saturação hídrica.

Considerando que as condições de saturação hídrica determinam a formação de propriedades hidromórficas, desenvolveu-se na fase inicial desta pesquisa a *hipótese* de que as propriedades hidromórficas apresentam gradações de intensidade, que refletem gradações no regime de saturação hídrica (expresso pelo tempo de duração e pela frequência dos eventos de saturação). Desta forma, seria possível definir *graus de hidromorfia* nos solos e depósitos de fundos de vale e do setor inferior de vertentes, e identificar espacialmente a sucessão entre os diferentes graus.

Este estudo também aborda questões relativas à dinâmica deposicional decorrente dos processos fluviais de inundação e sua influência no desenvolvimento de perfis de solos nas planícies fluviais.

Com base nesse conteúdo, este estudo possui os seguintes objetivos:

- Caracterização dos solos e depósitos presentes no setor inferior de vertentes e em fundos de vale, incluindo planícies fluviais, com ênfase na caracterização de suas propriedades hidromórficas;
- Identificação de graus de hidromorfia nos solos e depósitos desses setores e morfologias, e representação de sua variabilidade espacial;
- Elaboração de proposições a respeito do regime de saturação hídrica nos setores estudados e de sua relação com os graus de hidromorfia identificados;
- Elaboração de proposições sobre tendências espaciais hidrodinâmicas associadas à inundação fluvial nas áreas de planície.

O estudo proposto foi realizado de forma amostral, por meio de levantamentos e análises sistemáticas detalhadas ao longo de dois perfis transversais, denominados de Perfil Transversal A e Perfil Transversal B, localizados na Alta Bacia hidrográfica do rio Cotia. Os limites da Alta bacia do rio Cotia coincidem com os da Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), localizada no município de Cotia, Região Metropolitana de São Paulo (figura 1).

Na fase inicial desta pesquisa elaborou-se um mapa da morfologia fluvial de parte da Alta bacia do rio Cotia, que auxiliou na caracterização geomorfológica da área e serviu como base para a identificação de sistemas hidrogeomorfológicos que potencialmente conteriam solos e depósitos com propriedades hidromórficas. Neste sentido, partiu-se da abordagem geomorfológica para a escolha dos Perfis Transversais, em função de seu caráter essencialmente integrador de formas, materiais e processos (Hart, 1986).

Nos dois Perfis Transversais selecionados para o estudo, os principais levantamentos e procedimentos realizados consistiram nos seguintes:

- Levantamento morfométrico ao longo dos Perfis Transversais e construção de gráficos dos perfis;
- Descrição dos atributos morfológicos dos solos e depósitos, incluindo descrição detalhada de suas propriedades hidromórficas;
- Monitoramento dos níveis d'água do lençol freático ou lençol suspenso nos pontos de descrição;

A partir dessas etapas, foram desenvolvidos os resultados de ordem analítico-interpretativa, relacionados à identificação de graus de hidromorfia e à elaboração das proposições apontadas nos objetivos deste estudo.

As referências e fundamentos teórico-conceituais utilizados nesta pesquisa são provenientes de diversos campos do conhecimento (geomorfologia fluvial e de vertentes, hidrologia, pedologia e geoquímica), incluindo também referências de estudos interdisciplinares entre essas áreas.

Figura 1 - Localização da Alta Bacia do Rio Cotia/Reserva Florestal do Morro Grande

2. JUSTIFICATIVAS

As pesquisas bibliográficas realizadas neste estudo demonstraram que os temas de investigação aqui propostos são pouco desenvolvidos em estudos no Brasil, assim como em outras áreas do meio tropical úmido. Não se teve conhecimento de estudos no Brasil que se destinassem especificamente à investigação de certos temas da pedologia e de sua interface com a hidrologia do solo, tais como a identificação de diferentes graus de hidromorfia e sua relação com o regime hídrico do solo, ou a utilização das propriedades hidromórficas como indicadores de zonas na bacia hidrográfica sujeitas à saturação hídrica.

Neste sentido, este estudo espera contribuir para o desenvolvimento de uma linha de pesquisa voltada para os temas em questão, apresentando referências bibliográficas de estudos e propostas ainda não conhecidos ou utilizados no Brasil.

Além disso, os conhecimentos gerados a partir do estudo das propriedades hidromórficas dos solos e depósitos possuem caráter aplicado, sendo utilizados direta ou indiretamente para fins diversos, ambientais, sociais e econômicos. Podem ser utilizados, por exemplo, no planejamento ambiental e definição de zonas prioritárias para a conservação. Esses conhecimentos também são aplicados na avaliação do regime hídrico de solos destinados às atividades agrícolas e agroflorestais (Jien *et al.*, 2004; Ticehurst *et al.*, 2007), e na definição dos locais mais adequados para a instalação de atividades potencialmente poluidoras, que apresentem riscos de contaminação do solo e do lençol freático.

O conhecimento a respeito da distribuição espacial das propriedades hidromórficas pode também ser utilizado na previsão das áreas da bacia hidrográfica mais suscetíveis à geração do escoamento superficial de saturação (Dunne *et al.*, 1975; Gregory *et al.*, 1999), o qual pode contribuir para o aumento da vazão dos rios e para ocorrência de inundações em setores à jusante.

A escolha da Alta Bacia do rio Cotia para este estudo justifica-se na medida em que esse setor da bacia abrange ambientes significativamente preservados, condição necessária quando se pretende conhecer as características dos elementos pesquisados em sua condição natural, sem intervenções humanas que tenham exercido modificações significativas.

3. SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DOS PERFIS TRANSVERSAIS

3.1 Seleção da bacia hidrográfica

Na fase inicial desta pesquisa, foram avaliadas as seguintes bacias hidrográficas, dentre as quais uma seria selecionada para o estudo:

- Bacia do rio São Lourenço, no município de São Lourenço da Serra;
- Bacia do rio Turvo, nos municípios de Piedade e Tapiraí;
- Bacia do rio Sarapuí, no município de Piedade;
- Bacia do Ribeirão das Vargens, no município de Juquitiba;
- Bacia do Rio Cotia, no município de Cotia;
- Bacia do rio Sorocabuçu, no município de Ibiúna;

A etapa de seleção da bacia hidrográfica envolveu a análise de mapas, cartas topográficas, imagens de satélite e a realização de trabalhos de campo de reconhecimento em todas as bacias acima mencionadas.

Após esses procedimentos, definiu-se como área de estudo a bacia do Rio Cotia em seu alto curso, situado na Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), devido a algumas vantagens em relação às demais, a saber:

- Maior grau de preservação dos sistemas fluviais e do ambiente como um todo¹;
- Conhecimentos prévios da área de estudo por parte da aluna, devido a uma pesquisa anteriormente desenvolvida na RFMG (Grigorowitschs, 2009);
- Área pública, sendo permitido aos pesquisadores o acesso a qualquer parte da bacia hidrográfica²;

1 As demais bacias visitadas apresentaram diversas intervenções antrópicas em seus sistemas fluviais, como pequenos represamentos na maioria das sub-bacias

2 Acesso permitido mediante a autorização por parte dos responsáveis pela administração da RFMG

3.2 Área de abrangência dos perfis transversais

Na alta bacia do rio Cotia definiu-se uma área, aqui denominada de “área de abrangência” (figura 2), no interior da qual foram selecionados os perfis transversais estudados, após atividade preliminar de fotointerpretação e elaboração de um mapa da morfologia fluvial.

Essa área foi escolhida devido à sua proximidade em relação à única estrada existente no interior da Reserva, e também por abranger uma diversidade geomorfológica em relação aos tipos de fundos de vales (vales em V, em berço, vales com planícies fluviais de rios de baixa ordem, vales com a planície fluvial do rio Cotia e com a presença de terraços).

Figura 2 - Localização da Área de Abrangência na Reserva Florestal do Morro Grande

3.3 Mapa da morfologia fluvial da área de abrangência e seleção dos perfis transversais para o estudo

A figura 3 apresenta o mapa da morfologia fluvial da área de abrangência. A atividade de fotointerpretação e elaboração do mapa, ao fornecer noções sobre aspectos morfológicos e morfométricos dos vales e dos padrões fluviais, permitiu uma primeira aproximação em relação ao reconhecimento de tendências espaciais hidrodinâmicas, sejam elas superficiais, relacionadas à dinâmica fluvial, ou associadas à circulação subsuperficial.

Desta forma, foi possível identificar sistemas hidrogeomorfológicos possuidores de regimes hídricos caracterizados pela saturação temporária ou permanente, tais como fundos de vale, planícies fluviais e o setor inferior de vertentes, que potencialmente conteriam solos e depósitos com propriedades hidromórficas.

A partir da elaboração desse mapa, foram selecionados alguns perfis transversais potenciais, indicados na figura 4, entre os quais seriam escolhidos os perfis estudados. Esses perfis potenciais são representativos de diferentes padrões de relevo, abrangendo diferentes tipos de vales (vales em V, vales com fundo chato e vales com planícies fluviais de canais de diferentes ordens), assim como vertentes com declividades variadas.

Sendo o relevo um importante fator condicionante da circulação hídrica do solo, considera-se que esses padrões de relevo abrangem áreas com regimes de saturação hídrica distintos (no que se refere à duração e à frequência da saturação), que possivelmente são expressos por propriedades hidromórficas com intensidades variadas.

Assim, ao fornecer esses parâmetros, a elaboração do mapa da morfologia fluvial foi fundamental no processo de seleção dos setores onde foram estabelecidos os perfis transversais estudados.

Após a realização de trabalhos de campo de reconhecimento nos perfis transversais potenciais, que incluíram algumas coletas de solos e de depósitos, foram selecionados para o estudo dois desses perfis, denominados de Perfil Transversal A e Perfil Transversal B, indicados na figura 4.

Os perfis selecionados localizam-se na sub-bacia hidrográfica do Córrego do Caraguatá, afluente do rio Cotia.

O Perfil Transversal A está localizado no vale de um canal fluvial de terceira ordem, meândrico, com planície fluvial. Aproximadamente 130 metros à jusante do Perfil Transversal A esse canal se torna de quarta ordem, formando o Córrego do Caraguatá.

O Perfil Transversal B localiza-se em um vale de primeira ordem, em um setor que apresenta características de transição entre vale em berço e vale de fundo chato. Esse setor não apresenta um canal fluvial estabelecido, e possui zonas alagadiças permanentes associadas a nascentes existentes à montante. Aproximadamente 80 metros à jusante do Perfil Transversal B estabelece-se uma planície fluvial com canal fluvial perene.

Considera-se que as duas áreas selecionadas para os Perfis são geomorfologicamente representativas de dois tipos de vales de comum ocorrência no Planalto de Ibiúna, a saber, vales de afluentes do rio principal da bacia hidrográfica, que possuem planícies fluviais bem desenvolvidas, e vales de primeira ordem, próximos de nascentes.

Devido ao grau de detalhamento com que as descrições e análises foram realizadas nesta pesquisa, assim como ao prazo para a conclusão da mesma, foram selecionados somente dois perfis transversais para o estudo.

Figura 3 - Mapa da morfologia fluvial da área de abrangência - Alta Bacia do rio Cotia

Figura 4 - Mapa da morfologia fluvial da área de abrangência com os perfis transversais - Alta Bacia do rio Cotia

4. CARACTERIZAÇÃO GERAL (contexto regional e da Alta Bacia do Rio Cotia/Reserva Florestal do Morro Grande)

4.1 Geomorfologia e hidrografia

A área correspondente à Alta Bacia do Rio Cotia/Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG) situa-se no Planalto de Ibiúna, sendo este uma das unidades de relevo do Planalto Atlântico, segundo a divisão geomorfológica efetuada por Almeida (1974) (figura 5).

De acordo o mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, elaborado por Ross & Moroz (1997), o Planalto de Ibiúna constitui-se em uma unidade morfoescultural situada na morfoestrutura do Cinturão Orogênico do Atlântico. Ainda segundo esses autores, predominam nessa unidade formas de relevo denudacionais, de dissecação média a alta, fraco grau de entalhamento dos vales (de 20 a 40 m) e dimensão interfluvial média muito pequena.

De acordo com Almeida (*op cit*), trata-se de uma região afetada por uma superfície de erosão pretérita, em que os vales estão entre 850 e 900 metros e os morros e as colinas de perfis convexos suavizados encontram-se, de maneira geral, entre 900 e 1.000 metros de altitude. Já os relevos serranos, sustentados por granitos, alcançam quase 1.100 metros, como é o caso da Serra de Caucaia e das serras que se situam no setor meridional deste planalto, representando as cumiadas da Serra de Paranapiacaba.

Segundo o mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo, elaborado pelo IPT (1981a), em escala 1: 1.000.000, o relevo da porção centro-leste da RFMG é formado predominantemente por morrotes alongados e espigões, com interflúvios sem orientação preferencial e topos angulosos e achatados. Já os trechos norte e centro-oeste da Reserva possuem morros de topos arredondados, algumas serras restritas. O extremo sul da RFMG apresenta escarpas festonadas desfeitas em anfiteatros separados por espigões e topos angulosos.

Segundo Luz (2007), no interior da RFMG predominam declividades entre 3 e 12 graus, e em seu entorno ocorrem valores mais elevados, como nas áreas correspondentes à Serra de Paranapiacaba, ao sul, nas correspondentes à transição entre o Planalto de Ibiúna e o Planalto Paulitano, assim como no Maciço

de Caucaia, a oeste da Reserva. O mapa hipsométrico produzido por esse autor revela que as amplitudes topográficas na área da RFMG são relativamente baixas, raramente ultrapassando 80 metros.

Figura 5 – Localização do Planalto de Ibiúna no Estado de São Paulo. Adaptado de Almeida (1974)

Com relação aos aspectos hidrográficos, Ross & Moroz (1997) afirmam que o Planalto de Ibiúna apresenta, de maneira geral, padrão de drenagem dendrítico, com trechos subordinados à estrutura e elevada densidade de drenagem.

Segundo Almeida (1974), a maior parte do Planalto de Ibiúna é drenada pela bacia do rio Sorocaba, com exceção da zona oriental deste planalto, que vem sendo invadida pela drenagem do rio Tietê através da alta bacia dos rios Cotia e Embu Mirim.

A Bacia hidrográfica do Rio Cotia pertence à bacia do Alto Tietê, e limita-se a leste com a bacia do rio Embu-Mirim, pertencente à bacia do Rio Pinheiros/Alto Tietê, ao sul com o alto curso do rio São Lourenço, que faz parte da bacia do Ribeira do Iguape, e a sudoeste com a bacia do rio Sorocamirim, afluente do rio Sorocaba, pertencente à bacia hidrográfica do Médio Tietê.

4.2 Geologia

De acordo com o mapa geológico elaborado pelo IPT (1981b), em escala 1:500.000, o embasamento do Planalto de Ibiúna é formado predominantemente por rochas do Complexo Embu e pela suíte granítica fácies Cantareira, ambas Pré-Cambrianas do Proterozóico superior. Esse mapeamento aponta, na maior parte da RFMG, a ocorrência da suíte granítica fácies Cantareira, com uma menor representatividade do Complexo Embu, que ocorre apenas na porção sul da Reserva.

A suíte granítica fácies Cantareira, na qual predominam rochas granito-gnáissicas, está associada ao extensivo magmatismo do embasamento paulista, ocorrido na fase sintectônica principal da orogênese brasileira (IPT, *op cit*).

O mapa geológico elaborado pela EMPLASA (1984), em escala 1:50.000, fornece de forma mais detalhada a distribuição dos tipos litológicos no interior da RFMG. De acordo com esse mapa, na maior parte da Reserva ocorrem migmatitos e gnaisses graníticos “os quais podem achar-se cisalhados até gnaisses miloníticos em zonas de movimentação tectônica intensificada”. Em porções do oeste e sul da área em questão, ocorrem granitos e granodioritos normais ou em parte gnáissicos, equigranulares ou porfiróides. Este mapeamento também aponta, em áreas mais restritas do nordeste, sudeste e sul da Reserva, a presença de micaxistos e/ou meta-arenitos de médio grau metamórfico, além de xistos miloníticos.

Ainda segundo os mencionados mapeamentos, ao longo dos principais canais de drenagem do Planalto de Ibiúna ocorrem sedimentos quaternários, a saber, aluviões fluviais compostos por argila, areia e cascalho. O mapeamento elaborado pela EMPLASA (*op cit*) indica também a ocorrência de sedimentos terciários (argilas, areias e cascalhos) correlatos à formação São Paulo, localizados em áreas restritas ao longo de alguns canais fluviais de maior ordem.

De acordo com o IPT (1981b), a principal feição estrutural da área é a falha de Caucaia, a qual corta a RFMG em sua porção norte, com faixas miloníticas e/ou blastomiloníticas associadas e direção preferencial SO-NE.

4.3 Clima

Para a caracterização climática da RFMG foram utilizadas as informações apresentadas por Metzger *et al.* (2006a), baseadas nos dados meteorológicos compilados por Setzer (1946), que consistem nos registros históricos existentes mais próximos à área em estudo.

De acordo com Metzger *et al.* (*op cit*), medições efetuadas na Cachoeira da Graça (localizada na porção norte da RFMG), entre os anos de 1916 e 1921, revelaram temperaturas médias mensais de 12,9°C no mês mais frio (julho) e 19,8°C no mês mais quente (janeiro). Já os dados compilados em intervalos irregulares entre os anos de 1927 e 1941 indicaram temperaturas médias mensais que variam de 15,2°C no mês de julho, a 21,1°C em fevereiro.

Com relação à precipitação, nesses mesmos períodos observou-se o valor médio anual de 1.289 mm na Cachoeira da Graça e 1.268 mm na Represa Pedro Beicht (localizada na parte central da RFMG). Já a série histórica de precipitação na Cachoeira da Graça, do ano de 1960 a 1992, apresenta uma média anual de 1.357mm.

Metzger *et al.* (*op cit*), contudo, relevam que os dados referentes à Represa Pedro Beicht podem sub-estimar a real precipitação, uma vez que o intervalo entre a realização das medições era grande, podendo ter ocorrido evaporação de parte da água coletada.

A partir dessas características, o clima da área é classificado como Cfb (Setzer, 1949 *apud* Metzger *et al.*, 2006a), que se constitui em um clima mesotérmico sempre úmido. Com base nos dados apresentados, Metzger *et al.* (*op cit*, p. 6) concluem que,

“apesar de haver uma sazonalidade na região, com uma diminuição na pluviosidade e nas temperaturas médias entre os meses de abril a agosto, não há déficit hídrico e as variações de precipitação não são suficientes para caracterizar um clima com estação seca marcada, segundo Koppen (1948).”

4.4 Solos

De acordo com o mapa pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et al.*, 1999), em escala 1:500.000, na maior parte da área correspondente à RFMG ocorrem solos do tipo cambissolos háplicos distróficos, e em porções do norte e sul da mesma ocorrem latossolos vermelho-amarelos.

Um estudo sobre a relação entre os solos e os compartimentos do relevo no setor nordeste da RFMG foi realizado por Luz (2007). A partir da descrição morfológica de perfis pedológicos e de análises laboratoriais das amostras coletadas, esse autor classificou todos os solos da área estudada como cambissolos, afirmando que as características descritas por Oliveira *et al.* (1999) para esse tipo de solo coincidem com algumas das que foram encontradas nos perfis analisados.

Com relação à textura dos perfis estudados, Luz (*op cit*) revela que em quase todos predominam classes texturais médias (franco-argilo-arenosa, argilo-arenosa e franco-argilosa). Foi observado um aumento significativo nos teores de argila entre alguns horizontes, sem contudo caracterizar uma mudança textural abrupta. A partir do cálculo da relação silte-argila, o autor indica que os horizontes A, AB e Ab possuem valores médios que decaem nos horizontes B e atingem os maiores valores nos horizontes C.

Com relação às cores dos solos, Luz (2007) aponta o predomínio das tonalidades vermelho-amareladas e amareladas (matizes 5YR e 10YR) para os solos do horizonte B, e o predomínio de tons avermelhados e vermelho-amarelados (entre as matizes 10R e 5YR) para os materiais do horizonte C. Com relação à estrutura, os horizontes Bi apresentaram frequentemente estrutura em blocos, fraca ou moderadamente fraca.

Outra característica observada pelo autor foi a ocorrência de bolsões de intensa atividade biológica, principalmente nos horizontes A e B, e algumas vezes até no C, além da presença de camadas orgânicas (O) nos solos da área, condições atribuídas à densa cobertura vegetal ali existente. O autor observou também que a maioria dos perfis analisados apresentou horizontes A enterrados, de coloração mais escura que a camada sobrejacente, indicando uma maior quantidade de matéria orgânica.

4.5 Cobertura Vegetal

A partir de um trabalho de caracterização da composição florística na RFMG, Catharino *et al.* (2006) afirmam que a vegetação da área em geral pode ser classificada como “floresta ombrófila densa montana”, uma vez que predominam espécies das florestas ombrófilas densas. Contudo, os levantamentos realizados por esses autores apontam também a ocorrência de espécies típicas de florestas mistas, mesmo em baixa densidade e frequência, além de espécies associadas às florestas estacionais semi-decíduais e ao cerrado.

De acordo com Catharino *et al.* (*op cit*) e Metzger *et al.* (2006b), essa mistura de elementos de diferentes floras, caracterizando um ecótono, tanto pode ser determinada pela localização transicional atual, em termos de clima e solos, o que permitiria a co-existência de espécies adaptadas a diferentes condições naturais, como também por paleoclimas que teriam proporcionado o aporte de diferentes floras nessa região.

Ab'Saber (1992) revela que, nas altas encostas e cumiadas de Caucaia do Alto (distrito de Cotia onde se localiza a Reserva do Morro Grande), existiram no passado florestas sob a forma de refúgios. Catharino *et al.* (*op cit*, p. 9) explicam que, segundo esta hipótese de Ab' Saber, ainda por ser testada, “em épocas de clima mais seco, teria havido uma retração da vegetação arbórea em todo o sudeste do Brasil, com exceção de algumas áreas (refúgios), como no caso de Caucaia do Alto”.

De acordo com mapeamento das fitofisionomias da RFMG, realizado por Metzger *et al.* (2006a), a maior parte da área (63,93% do total da Reserva) encontra-se recoberta por florestas em estágio médio de regeneração. Manchas de vegetação em estágio avançado, incluindo também áreas com vegetação madura, ocupam 22,55% da área total. Já a vegetação nos estágios iniciais de regeneração ocupa 3,44% da área, e a vegetação natural ripária (sujeita à influência fluvial) representa 5,2%.

4.6 Algumas referências sobre o histórico de uso da terra e criação da RFMG

As paisagens naturais da região de Cotia começaram a sofrer transformações mais profundas a partir do início do século XX. Nas primeiras décadas desse século, a principal atividade econômica consistia na agricultura, sendo Cotia um município fornecedor de produtos agrícolas ao mercado paulistano. Conforme Seabra (1971) *apud* Metzger *et al* (2006a), predominavam na região propriedades agrícolas de médio porte (60-240ha), onde o sistema de cultivo era a agricultura itinerante, e ocorriam também atividades voltadas à extração de madeira.

Metzger *et al* (2006a, p. 4) afirmam que, devido ao desenvolvimento dessas atividades na região, “algumas áreas foram completamente devastadas, outras foram abandonadas após intensa perturbação e algumas manchas de floresta permaneceram relativamente pouco perturbadas, principalmente em regiões mais altas, nos topos de morros e ao longo dos rios”.

Em função da necessidade de garantir o abastecimento de água à população da cidade de São Paulo, houve a desapropriação das fazendas localizadas na Alta bacia do Rio Cotia, nas décadas de 1910 e 1920, e ali foram construídas as barragens Cachoeira da Graça (1914-1917) e Pedro Beicht (1927-1933) (SABESP, 1997 *apud* Metzger *et al*, *op cit*).

De acordo com Metzger *et al*. (*op cit*), a interrupção das atividades econômicas, em função das desapropriações, permitiu a regeneração de antigas áreas anteriormente ocupadas por pastagens e cultivos agrícolas. Assim, de acordo com esses autores, é provável que no início do século XX, 75% da área correspondente à RFMG não apresentasse cobertura florestal, sendo que suas florestas atuais são em grande parte resultado do processo de regeneração ocorrido nos últimos 80-90 anos.

A Reserva Florestal do Morro Grande foi criada no ano de 1979 (Lei estadual nº 1.949), possuindo área total de 10.870 ha. Em 1981, foi tombada pelo conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT). A administração da RFMG é realizada pela SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo).

5. BASE METODOLÓGICA GERAL DA PESQUISA

A base metodológica geral desta pesquisa está de acordo com os princípios da teoria sistêmica e, mais especificamente, da abordagem geossistêmica, a qual enfatiza a utilização dos princípios sistêmicos em estudos de geografia física.

Segundo Gregory (1992) *apud* Rodrigues (2001), a Teoria Geral dos Sistemas, elaborada por Ludwig Von Bertalanffy em 1901, define os sistemas como conjuntos de elementos com variáveis e características diversas, que mantêm relações entre si e entre o meio ambiente.

De acordo com Rodrigues (*op cit*, p. 73), um dos princípios básicos da abordagem dos geossistemas é “a consideração da natureza como sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados, passíveis de delimitação ou de serem circunscritos espacialmente em sua tridimensionalidade”.

O conhecimento a respeito das abordagens sistêmica e geossistêmica foi obtido a partir de leituras realizadas em pesquisa anterior (Grigorowitschs, 2009), na qual foram consideradas as seguintes referências: (Sotchava, 1977); (Bertrand, 1972); (Christofolletti, 1974); (Christofolletti & Tavares, 1977); (Monteiro, 2001); e (Rodrigues, 2001). Apesar de cada um desses autores possuir sua abordagem própria, há elementos em comum entre suas colocações, que são considerados referências básicas para estudos em geografia física.

As noções obtidas a partir da leitura dessas obras foram apresentadas em Grigorowitschs (*op cit*) e não serão detalhadas no presente estudo, contudo cabe aqui apresentar alguns exemplos de como o desenvolvimento da presente pesquisa, no nível metodológico, condiz com os princípios sistêmicos e geossistêmicos.

Considera-se que a compreensão das variáveis pesquisadas nesse estudo (morfologia do relevo, características dos solos, dos depósitos e do regime hídrico) depende, em grande parte, de uma visão *integrada* que busque identificar *as inter-relações* entre tais variáveis, sua *organização hierárquica* e seu *caráter dinâmico*, aspectos que são contemplados pela teoria sistêmica.

As áreas estudadas nesta pesquisa podem ser subdivididas em dois principais subsistemas, sob o aspecto da geomorfologia: o sistema de vertente e o sistema fluvial (abrangendo este último a planície e o canal fluvial). Os elementos componentes de cada um desses sistemas (a morfologia do relevo, o solo e a

água, por exemplo) interagem e exercem influências mútuas, conexões que são consideradas centrais para a abordagem sistêmica. Por exemplo, considera-se que as características morfológicas do relevo influenciam na circulação hídrica do solo, a qual por sua vez condiciona certos processos geoquímicos e a formação de feições pedogenéticas específicas, como as propriedades hidromórficas. As características da cobertura pedológica ou dos estratos sedimentares, por sua vez, também podem condicionar regimes hídricos específicos, como a formação de lençóis suspensos acima de horizontes ou camadas com baixa permeabilidade.

O aspecto da *espacialidade*, dos *limites* e *transições* entre os elementos componentes da paisagem consiste em uma das questões centrais para a abordagem geossistêmica. A análise da diferenciação espacial desses elementos permite a identificação de limites e transições e a delimitação de unidades da paisagem. Nesta pesquisa não serão aplicadas as propostas de delimitação e classificação de unidades de paisagem de acordo com os autores que se utilizam da abordagem geossistêmica (e.g., Sotchava, 1977; Bertrand, 1972). Entretanto, a espacialidade consiste em um aspecto fundamental para esse estudo, uma vez que os objetivos estão relacionados à identificação e à representação de transições, limites e gradações nas feições hidromórficas dos solos e dos depósitos da área estudada.

6. FUNDAMENTOS TEÓRICO-CONCEITUAIS

Este capítulo apresenta os fundamentos teórico-conceituais deste estudo, provenientes de diversos campos do conhecimento (geomorfologia, hidrologia, pedologia e geoquímica), incluindo também referências de estudos interdisciplinares entre essas áreas. Esse amplo referencial é necessário devido à natureza do tema e dos objetos de investigação, cujas características resultam da combinação e da interação entre diversos fatores e processos.

6.1 Fundamentos teórico-conceituais em geomorfologia

A concepção de geomorfologia adotada nesta pesquisa consiste na de Hart (1986), para o qual a geomorfologia é definida como a ciência que estuda as formas, os materiais e os processos da superfície terrestre.

As referências teórico-conceituais em geomorfologia foram sub-divididas em dois itens, a saber, referências relativas à geomorfologia de vertentes e à geomorfologia de planícies fluviais, conforme apresentado a seguir. Esses itens também incluem referências a respeito da hidrologia de vertentes e da hidrologia fluvial relativa aos processos de inundação nas planícies. Esse conteúdo abrange referências importantes para o entendimento das características e da dinâmica dos sistemas hidrogeomorfológicos estudados nesta pesquisa.

6.1.1 Geomorfologia de vertentes

A noção de vertente fornecida por Dylik (1968a; 1968b), adotada nesta pesquisa, abrange os aspectos “forma”, “materiais” e “processos”. O autor afirma que as vertentes são campos de ação de *processos* morfogenéticos que comandam a evolução das *formas* de sua superfície, e possuem em sua constituição *materiais* que testemunham os processos atuantes em um passado mais ou menos remoto.

De acordo com Dylik (1968a), a vertente possui uma função integradora entre as partes altas e baixas do relevo, integração que se dá por meio dos processos morfogenéticos que nela atuam e que definem seus limites superior e

inferior. Enfatiza-se, desta maneira, o aspecto dinâmico na concepção de vertentes.

Ainda segundo o autor, além de se reconhecer a natureza tridimensional da vertente, representada pelo caráter espacial (comprimento, largura e espessura), também deve-se considerar uma quarta dimensão, a temporal.

Com relação à hidrologia de vertentes, Dunne & Leopold (1978) e Selby (1982) fornecem bases para o conhecimento dos fatores e processos formadores do regime hídrico nos ambientes estudados nesta pesquisa.

Segundo Selby (*op cit*), as condições de maior umidade e saturação nos fundos dos vales e no setor inferior das vertentes ocorrem em função do nível do lençol freático, do acúmulo de água a partir dos processos de escoamento superficial e escoamento sub-superficial lateral nas vertentes, e da precipitação direta sobre a área.

Nos setores inferior e basal das vertentes, o nível do lençol poderá interceptar a superfície durante eventos de precipitação intensa ou prolongada, gerando um fluxo de retorno, também conhecido como exfiltração. Esse fluxo de retorno, juntamente com a precipitação direta sobre a área saturada, formará o fluxo superficial de saturação, segundo Dunne & Leopold (*op cit*) e Selby (*op cit*). A figura 6 ilustra os mencionados fluxos.

Figura 6 - Possíveis caminhos da água na vertente: 1 – escoamento superficial Hortoniano; 2 - fluxo subterrâneo; 3 – escoamento subsuperficial raso (escoamento subsuperficial lateral); 4 - fluxo superficial de saturação, composto pela precipitação direta sobre a área saturada e pelo fluxo de retorno. A zona não sombreada indica solo permeável e a zona sombreada representa subsolo ou rocha menos permeável. Fonte: adaptado de Dunne & Leopold (1978)

As condições hídricas nesses setores favorecem a ocorrência da saturação e de ambientes anaeróbicos, propiciando a formação de propriedades hidromórficas em seus solos.

Neste sentido, diversos estudos realizados no Brasil, de acordo com a abordagem da análise estrutural da cobertura pedológica (e.g. Queiroz Neto, 1988; Dias Ferreira, 1997) apresentam exemplos de vertentes que possuem, em seu setor inferior, solos com propriedades hidromórficas formadas em função da presença do lençol freático mais próximo da superfície ou de lençóis suspensos acima de horizontes pouco permeáveis.

6.1.2 Geomorfologia de planícies fluviais

As planícies fluviais apresentam uma significativa diversidade em relação às morfologias e aos tipos de materiais que contêm, que é resultante, em grande parte, dos processos deposicionais decorrentes dos eventos de inundação e da migração lateral do canal fluvial, mas também é influenciada por outros processos, como os biogeoquímicos e pedogenéticos. Esse item aborda os processos deposicionais e as morfologias e materiais associados aos eventos de inundação e à migração do canal.

As principais morfologias das planícies fluviais meândricas, segundo Leopold *et al.* (1964) e Christofolletti (1981), consistem nas seguintes:

- Meandros abandonados (*oxbows* ou *oxbow lakes*): resultam da evolução dos meandros que cortam o pedúnculo através do solapamento basal na margem côncava. Quando isolados, formam lagos ou pântanos;
- Dique marginal: elevações adjacentes ao canal fluvial, geralmente formadas pela deposição inicial de sedimentos mais grosseiros quando a corrente fluvial transpõe as margens do canal;
- Depósitos de crevassa (*sand splays* ou *crevasse splays*): espraamentos de areia formados geralmente por partículas grosseiras, pelo rompimento de diques marginais;
- Cordões marginais convexos (*point bars*): locais de deposição de sedimentos no lado convexo (interno) das curvas do canal;

- Arcos meândricos: depressões e elevações no lado convexo das curvas do canal, formadas à medida que este migra lateralmente;
- Lodaçais (*backswamps*): áreas com água parada, formadas em morfologias de depressão presentes na planície ou ao longo das paredes do vale.

Bridge (2003) apresenta uma subdivisão básica das planícies fluviais em duas unidades principais: a bacia de inundação (*flood basin*) e o cinturão aluvionar (*alluvial ridge*). De acordo com o autor, o cinturão aluvionar corresponde às faixas adjacentes ao rio, que incluem as morfologias de diques, depósitos de crevassa e canais ativos e abandonados. Esse cinturão pode se elevar desde alguns centímetros até alguns metros acima das terras baixas adjacentes (as bacias de inundação). Tais bacias localizam-se em porções da planície mais distantes do canal principal e podem incluir lagos, áreas pantanosas e canais de drenagem temporários. São comumente segmentadas por cinturões aluvionares de canais tributários ou depósitos de crevassa.

As morfologias citadas apresentam diferenças em relação à granulometria de seus depósitos e às taxas de deposição. Esses aspectos variam espacialmente em função da velocidade dos fluxos de inundação, conforme explica Bridge (2003). Segundo diversos estudos citados por esse autor, as maiores taxas de deposição dos sedimentos mais grosseiros ocorrem próximo às margens dos canais, devido à rápida desaceleração dos fluxos e à diminuição da intensidade da turbulência nesses locais. Já as taxas mais baixas de deposição e os sedimentos mais finos são encontrados nas áreas da planície distantes dos canais, as bacias de inundação (*flood basin*). Portanto, segundo o autor, em planícies modernas é comum que o tamanho dos sedimentos e a taxa de deposição decresçam à medida que sua área de ocorrência se afasta das margens do canal fluvial.

Contudo há outros fatores, além da posição relativa ao canal fluvial, que exercem influência nos padrões de distribuição granulométrica e na taxa de deposição, como a morfografia da planície e a presença e tipo de cobertura vegetal, fatores esses que influenciam na velocidade dos fluxos hídricos e portanto na competência da corrente para o transporte dos sedimentos (Knighton, 1998; Bridge, 2003). Cabe também destacar o papel da migração lateral do canal na formação de gradações verticais e/ou laterais na granulometria dos sedimentos (Knighton, *op cit*).

Além desses fatores, é importante mencionar que as taxas de deposição e a granulometria dos depósitos são influenciadas pelo suprimento de sedimentos na bacia hidrográfica e por padrões climáticos.

Outro aspecto do qual se deve ter conhecimento ao estudar as planícies fluviais é o de que tais áreas estão sujeitas aos processos de erosão e retrabalhamento, os quais podem promover modificações ou a remoção das feições deposicionais e pedogenéticas presentes, eliminando com isso a evidência de processos anteriores, formadores de tais feições.

A respeito da ocorrência desses processos, Bridge (2003) menciona que na fase inicial da inundação podem ocorrer fluxos de aceleração, erosivos, do canal para a bacia de inundação, devido ao fato de que nesse estágio o nível d'água nos canais principais pode estar bem mais elevado do que na bacia. Ainda segundo o autor, a erosão é esperada em áreas da planície que apresentam fluxo acelerado, como locais com topografia localmente estreita ou mais elevada, ou com cobertura vegetal esparsa.

Ainda com relação a essa questão, Knighton (1998) menciona que a migração lateral de um canal pode promover o retrabalhamento dos depósitos e assim provocar a destruição da evidência estratigráfica existente.

6.2 Fundamentos teórico-conceituais em geoquímica e pedologia

Os principais fundamentos em geoquímica e pedologia relacionados ao tema deste estudo referem-se às propriedades hidromórficas e aos seus processos de formação.

Assim, os próximos itens tratam das reações de oxi-redução envolvendo o ferro, que resultam na formação das feições redoximórficas, e esclarecem a respeito dos tipos e características dessas feições. Também são apresentados fundamentos referentes ao processo de acúmulo de matéria orgânica, que ocasiona a formação dos materiais organominerais.

Estas consistem em referências fundamentais para esta pesquisa, por tratarem das características e processos específicos de ambientes sujeitos às condições de saturação hídrica.

6.2.1 Reações de oxi-redução em ambientes anaeróbicos

As reações de oxi-redução ocorrem em ambientes pedogênicos e sedimentares que apresentam regimes hídricos caracterizados pela saturação temporária ou permanente. Entretanto, para que essas reações ocorram, é necessária uma combinação das seguintes condições: (i) o solo deve estar saturado ou inundado a fim de excluir o oxigênio atmosférico; (ii) a água presente no solo deve estar estagnada ou se mover de forma muito lenta, uma vez que a água em movimento carrega oxigênio através do solo; (iii) o solo deve conter tecidos orgânicos que possam ser oxidados e decompostos; (iv) deve haver uma população microbiana em atividade no solo, executando seus processos de respiração e oxidação dos tecidos orgânicos (Vepraskas (2001); Meek *et al.* (1968) *apud* Vepraskas (2001); Bouma (1983) *apud* Vepraskas (2001)).

As reações de oxi-redução, também chamadas de oxidação-redução ou redox, são reações nas quais ocorre a transferência de elétrons de um elemento químico para outro, com variação do número de oxidação dos elementos no decorrer desse processo (Matsui *et al.*, 1987). A reação de oxidação é a perda de elétrons por um átomo, fato que ocasiona o aumento do número de oxidação do mesmo. A redução é o ganho de elétrons, que causa a diminuição do número de

oxidação do elemento. As duas reações ocorrem de forma combinada, uma vez que em uma reação, quando um elemento se oxida, outro tem de se reduzir (Atkins & Jones, 2006).

Nos solos, os compostos orgânicos presentes são oxidados por microorganismos durante seus processos metabólicos. Nesse processo de oxidação, os elétrons liberados são usados para as reações de redução, ou seja, são transferidos aos receptores de elétrons, os elementos reduzidos nas reações redox (Vepraskas & Faulkner, 2001).

Esse processo é mediado por microorganismos, e envolve a transferência de elétrons da matéria orgânica em decomposição para o elemento receptor por meio do sistema enzimático das bactérias, conforme explicam Schwertmann & Taylor (1989) e Lovley (1997) com base no exemplo da redução do ferro.

O oxigênio é o principal receptor de elétrons usado nas reações de oxirredução em solos aeróbicos. Ele é o elemento reduzido quando os compostos orgânicos são oxidados. Contudo, quando o solo se torna saturado em água e o oxigênio livre é consumido, outros receptores de elétrons são usados pelos microorganismos anaeróbicos durante seus processos metabólicos (Vepraskas & Faulkner, 2001). Os principais receptores presentes em solos anaeróbicos estão contidos nos seguintes compostos: NO_3^- , MnO_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, SO_4^{2-} e CO_2 (Ponnamperuma, 1972; Turner & Patrick, 1968 *apud* Vepraskas & Faulkner, 2001).

Nessas condições, diz-se comumente que o ambiente é redutor e que o solo está reduzido, indicando assim que alguns elementos (como o N, Mn, Fe e S) estão presentes em sua forma reduzida na solução do solo, devido à ocorrência das reações redox (Vepraskas, 2001).

A redução desses elementos é responsável pelos principais processos biogeoquímicos característicos de solos anaeróbicos, como a desnitrificação, a solubilização do ferro e do manganês e a produção dos gases sulfeto de hidrogênio e metano. A ausência de oxigênio também promove uma decomposição mais lenta da matéria orgânica, ocasionando o acúmulo de carbono orgânico caso as condições anaeróbicas sejam mantidas por um longo período (Vepraskas & Faulkner, *op cit*).

Algumas dessas reações de redução afetam diretamente as características morfológicas do solo, sendo a redução do ferro aquela que cria as feições mais significativas, tais como padrões de cor específicos, acinzentados e mosqueados

vermelhos, amarelos ou marrons, denominados *feições redoximórficas*, conforme apresentado nos próximos itens.

6.2.2 Geoquímica e comportamento do Ferro em ambientes aeróbicos e anaeróbicos

O ferro possui dois estados comuns de valência, 2⁺ e 3⁺ (Cornell & Schwertmann, 2003), e as mudanças entre esses dois estados afetam significativamente o comportamento desse elemento em ambientes pedogênicos e sedimentares. Segundo Vepraskas e Faulkner (2001, pg. 86, tradução nossa), as mudanças na valência, que ocorrem durante as reações redox, “geralmente alteram a fase na qual o átomo ocorre nos solos, causando por exemplo a dissolução de minerais sólidos, ou propiciando que íons dissolvidos tornem-se gases”.

Os óxidos de ferro¹ formados em ambientes oxidantes possuem o ferro no estado trivalente (óxidos de FeIII). Consistem em minerais com elevado poder pigmentante, determinando a cor de muitos solos, mesmo em baixas concentrações (Schwertmann & Taylor, 1989). A distribuição desses óxidos na cobertura pedológica possui estreita relação com a distribuição do ferro na rocha mãe. Se tal distribuição for uniforme, os solos serão homogeneamente coloridos (Cornell & Schwertmann, 2003), havendo também a contribuição da atividade biológica e de processos pedogenéticos para essa homogeneização.

Esses minerais apresentam solubilidade baixa a muito baixa e, portanto, encontram-se em uma forma estável e pouco móvel nos sistemas naturais, considerando-se condições de pH entre 4 e 10 e ausência de agentes redutores ou complexantes (Cornell & Schwertmann, *op cit*; Schwertmann, 1991).

Contudo, a dissolução desses óxidos e a mobilização do ferro podem ocorrer por meio de certos processos, a saber, a protonação, a complexação e a redução, fotoquímica e biológica (Cornell & Schwertmann, *op cit*). Desses, o mais importante para o tema do presente estudo é a dissolução do ferro via redução

¹ Schwertmann & Taylor (1989), Cornell & Schwertmann (2003) e Schwertmann (1991) utilizam os termos “óxido de ferro” como o nome do grupo que inclui óxidos, hidróxidos e oxi-hidróxidos de ferro.

biológica, uma vez que tal processo tem ampla ocorrência em ambientes saturados em água, conforme as razões já mencionadas no item anterior.

A esse respeito, Schwertmann & Taylor (1989, pg. 419, tradução nossa) afirmam que “a redução microbiana dos óxidos de ferro é o processo mais importante no ciclo do ferro nos solos e paisagens”.

A respeito da dissolução dos óxidos de ferro por redução biológica, Cornell & Schwertmann (2003) explicam que tal processo decorre do potencial do Fe(III) da estrutura dos óxidos em aceitar elétrons advindos da oxidação biogênica de compostos orgânicos, ocasionando assim a formação do Fe(II) e seu deslocamento da estrutura do mineral.

As reações redox com o ferro são representadas pelas equações 1 e 2, segundo Cornell & Schwertmann (2003). A equação 1 mostra a reação redox simplificada, cujo produto é água e dióxido de carbono, além dos íons Fe^{2+} . Nesta reação, o CH_2O representa a biomassa cuja oxidação fornece os elétrons para a redução do ferro. No processo de oxidação também são produzidos prótons (na forma de cátions H^+), os quais são transferidos para a superfície do óxido, contribuindo para sua desagregação.

A equação 2 destaca a semi-reação de redução, na qual o Fe(III) do óxido funciona como receptor de elétrons, formando os íons Fe^{2+} .

Assim, o ferro liberado nesse processo vai para a solução do solo na forma de cátion divalente (Fe^{2+}), sendo altamente solúvel nesse estado, e portanto móvel, podendo ser transportado pelo fluxo das soluções (Schwertmann & Taylor, 1989; Vepraskas & Faulkner, 2001, Buol *et al.*, 2003). Nessas condições, o ferro poderá migrar localmente ou para fora do perfil do solo, formando zonas ou horizontes desprovidos desse elemento.

Segundo Vepraskas & Faulkner (*op cit*) o Fe^{2+} é incolor, e dessa forma as porções do solo com ferro reduzido, ou aquelas que perderam esse elemento, apresentarão modificações em sua cor, conforme será demonstrado adiante.

O ferro reduzido irá se reoxidar, formando óxidos de Fe(III), caso haja reintrodução do oxigênio no sistema, ou caso seja movido com a solução do solo para zonas com concentração mais elevada desse gás (Schwertmann & Taylor, 1989).

Na manutenção das condições redutoras, porém, o ferro pode se precipitar como uma fase sólida de Fe^{2+} , como em carbonatos de ferro (siderita, FeCO_3), fosfatos (vivianita, $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), sulfetos de ferro (FeS_2 , a pirita), e o *green rust*, conferindo ao solo uma coloração azulada ou esverdeada (Schwertmann & Taylor, *op cit*; Cornell & Schwertmann, 2003).

Esses processos de redução, solubilização e migração do ferro promovem a redistribuição desse elemento, ocasionando uma ocorrência heterogênea dos compostos portadores de ferro nos solos e sedimentos. Desta maneira, desenvolvem-se:

“*padrões espaciais* característicos com baixas e altas concentrações de óxidos de ferro em várias escalas – no interior de um agregado, horizonte, perfil de solo ou mesmo na cobertura pedológica” (Schwertmann & Taylor, 1989, p. 396, tradução nossa).

As feições formadas a partir desses processos são detalhadas a seguir.

6.2.3 Feições redoximórficas

Segundo Vepraskas (2001), as feições redoximórficas consistem em feições morfológicas dos solos formadas pela redução, movimentação e oxidação dos compostos de Fe e Mn em solos saturados e quimicamente reduzidos, e são expressas por padrões de cor mosqueados, com cores acinzentadas, vermelhas, amarelas, marrons ou pretas.

Schoeneberger *et al.* (2002) também fornece uma definição semelhante, segundo a qual as feições redoximórficas consistem em um padrão de cor dos solos, formado pela perda (depleção) ou ganho (concentração) de pigmento, que

se deve à oxidação/redução do Fe e/ou Mn e à sua remoção, translocação ou acúmulo. Ainda segundo o autor, as feições redoximórficas também abrangem a cor da matriz do solo quando controlada pela presença de ferro em estado reduzido (Fe^{2+}).

Embora essas definições mencionem que tais feições sejam formadas nos solos, elas também podem ser formadas em depósitos sedimentares, como exemplificado por Lindbo & Richardson (2001) para o caso de sedimentos de sistemas fluviais.

Os termos “mosqueados”, “mosqueados vermelhos”, “mosqueados cinza” “manchas glei”, entre outros, muitas vezes são utilizados para fazer referência a esse tipo de feições morfológicas, conforme mencionam Lindbo *et al* (2010). Esses autores esclarecem, contudo, que as feições redoximórficas são um subgrupo (tipo) específico de mosqueados, mas que nem todos os mosqueados são feições redoximórficas. O termo “mosqueados” pode, por exemplo, referir-se a um padrão variegado ou heterogêneo de cores associado à estrutura da rocha, sem relação com processos de oxi-redução.

Nesta pesquisa são adotados os conceitos e a terminologia conforme as proposições de Vepraskas (1992; 2001), as quais também foram incorporadas pelo *Soil Survey Staff* (2010) no Sistema de Classificação de Solos dos Estados Unidos, e pelo USDA, NRCS (2010), no Guia dos Indicadores de Campo de Solos Hídricos dos Estados Unidos.

A classificação de Vepraskas subdivide os tipos de feições redoximórficas de acordo com seus padrões de forma, distribuição e concentração do Fe e Mn, e de acordo com a presença ou ausência desses elementos, e portanto representa um aperfeiçoamento em relação às caracterizações que se restringem a apontar ou não a presença de mosqueamentos.

Assim, segundo Vepraskas (1992; 2001), há três tipos básicos de feições redoximórficas: a matriz reduzida, as depleções redox e as concentrações redox, as quais são descritas a seguir. A descrição apresentada a seguir aborda as feições redoximórficas relacionadas ao ferro, que são mais comuns em termos de ocorrência, mas também podem ser aplicadas ao manganês.

Matriz reduzida

A matriz reduzida é uma feição morfológica do solo que forma-se a partir da redução do ferro dos óxidos e hidróxidos, e é definida como uma matriz de solo que possui uma coloração de baixo croma *in situ* (≤ 2) em função da presença de Fe^{2+} . Quando exposta ao ar, contudo, sua cor sofre modificações em relação ao matiz ou ao croma, uma vez que nessas condições o Fe^{2+} é oxidado a Fe^{3+} (Vepraskas, 2001).

O Fe^{2+} é incolor, e a cor geralmente acinzentada da matriz reduzida é determinada pela cor dos minerais silicatados presentes, tais como o quartzo e diversos minerais argilosos, como a caulinita. A matriz reduzida pode apresentar cores gley que, em alguns casos, devem-se a precipitação de minerais que contém a forma reduzida do ferro (Vepraskas, *op cit*).

A presença de Fe^{2+} pode ser detectada a partir da mudança na cor da amostra de solo, com sua exposição ao ar durante determinado tempo. Também pode ser identificada pela aplicação de alfa, alfa dipiridil (Vepraskas, 2001; EMBRAPA, 2006) à amostra de solo, resultando numa reação que produz cores rosa forte ou vermelho, ou pela aplicação de ferricianeto de potássio (EMBRAPA, *op cit*), o qual produz cor azul.

Depleção redox

As depleções redox consistem em zonas formadas pela redução do ferro e pela remoção desse componente através de sua migração para outras porções do solo. Apresentam baixo croma (≤ 2) e valores iguais ou superiores a 4 (considerando o solo úmido), podendo apresentar cores gley (Vepraskas, 2001). Esta coloração acinzentada é estável após a exposição ao ar, ao contrário do que ocorre com a matriz reduzida.

Segundo o autor, há dois tipos de depleções redox, as depleções de ferro e/ou manganês, e as depleções de argila, estas últimas formadas pela perda não somente do ferro e do manganês mas também da argila.

As depleções de ferro podem ocorrer ao longo de macroporos, da superfície de agregados e no interior da matriz. Em alguns casos a matriz inteira consiste em

uma depleção, tal como nos horizontes de solos que permanecem saturados e reduzidos por um longo período (Vepraskas, *op cit*; Vepraskas, 1992).

As depleções de argila possuem textura mais grosseira do que a encontrada na matriz adjacente, e sua ocorrência se dá quase sempre ao longo da superfície de agregados ou de canais de raízes grandes (Vepraskas, 1992). Ainda segundo o autor, é possível encontrar a argila eluviada das depleções cobrindo a superfície de agregados em horizontes subjacentes.

Concentrações redox

As concentrações redox são feições formadas pelo acúmulo de óxidos ou hidróxidos de ferro em um ponto ou porção do solo, produzidas quando o Fe^{2+} formado em ambiente redutor move-se com a solução do solo e, ao encontrar locais com presença de oxigênio, se oxida e precipita, ou ainda quando o perfil do solo é drenado e estabelece-se um ambiente oxidante (Vepraskas, 2001). As concentrações redox também podem ser concentrações de óxidos de manganês, formadas pelo mesmo processo, porém as concentrações de ferro são geralmente mais comuns e abundantes.

Vepraskas (1992; 2001) subdivide as concentrações de ferro em três tipos (massas, revestimentos/filmes e nódulos/concreções), que se diferenciam em relação à dureza e ao local onde ocorrem no solo (Vepraskas, 1992; 2001). De acordo com o autor, esses tipos apresentam as seguintes características:

- Massas de ferro: formadas pelo acúmulo de óxidos e hidróxidos de ferro no interior da matriz do solo, longe de fendas e canais de raízes¹. Tais massas podem apresentar formatos diversos e são moles, uma vez que a concentração de ferro não é grande o suficiente para cimentar partículas do solo em uma massa sólida;

1 Nas descrições efetuadas nesta pesquisa, realizou-se uma adaptação em relação ao conceito de “massa de ferro” apresentado por Vepraskas (1992; 2001), conforme será explicado no capítulo “Técnicas e procedimentos”

- Revestimentos/filmes de ferro: formados pelo acúmulo de óxidos e hidróxidos de ferro na superfície de macroporos (por exemplo, ao longo de canais de raízes), na superfície de agregados e ao longo de fendas. Também podem estar localizados na matriz do solo adjacente a essas superfícies, como infusões;

- Nódulos e concreções: consistem em corpos duros, de forma geralmente esférica, formados por partículas de solo cimentadas por óxidos e hidróxidos de ferro.

Processo de formação das feições redoximórficas nos solos

Kampf & Curi (2000) fornecem uma explicação elucidativa e concisa a respeito do processo de formação de depleções e concentrações de ferro, transcrita a seguir. Esses autores também apontam distinções entre os padrões de feições redoximórficas em solos “glei” (nos quais o hidromorfismo é induzido pela elevação do lençol freático) e em solos “pseudoglei” (nos quais o hidromorfismo resulta da presença de um lençol suspenso). Assim, de acordo com os autores:

“Com o rebaixamento periódico (flutuação) do lençol freático no glei, a oxidação inicia pelos canais de raízes e fendas, enquanto o interior dos agregados permanece reduzido; isto provoca a movimentação dos íons de Fe^{2+} do interior dos agregados, segundo um gradiente redox, para a sua superfície onde oxidam e precipitam na forma de óxidos de Fe^{3+} . O solo glei apresenta, então, um padrão de agregados com o interior gleizado (cromas ≤ 2) e deposições de óxidos (mosqueados) nas partes externas. No pseudoglei, a camada superficial com o lençol suspenso comporta-se como a zona de flutuação do glei, sofrendo rápida redução dos óxidos de ferro. Entretanto, a camada menos permeável subjacente sofre redução mais lenta a partir das fendas e poros maiores, enquanto o interior dos agregados e os microporos permanecem oxidados. Se o fluxo de água é rápido, o Fe reduzido é removido do perfil, mas, se for mais lento, o Fe^{2+} penetra, por difusão, no interior oxidado dos agregados, onde oxida e

precipita. Desta maneira, no pseudoglei, há uma acumulação de óxidos de Fe^{3+} a certa distância dos poros e fendas, ao passo que os dutos de água são gleizados (desbotados).” (Kampf & Curi, 2000, p. 125; Blume, 1988 *apud* Kampf e Curi, 2000, p. 125).

Vepraskas (1992) menciona que as concentrações redox aparentemente formam-se lentamente ao longo do tempo, por meio da repetição de episódios de oxidação do ferro nos mesmos pontos do solo. Assim, são necessários vários ciclos de saturação e dessaturação hídrica para a formação das concentrações de ferro ou manganês.

Em solos que permanecem saturados e quimicamente reduzidos, também pode haver formação de concentrações redox em pontos restritos onde haja presença ou liberação de oxigênio. Isso pode ocorrer quando as raízes das plantas liberam oxigênio, ocasionando a oxidação do Fe^{2+} e formando revestimentos ou filmes ao longo do canal da raiz (Vepraskas, 2001). Nesse caso, as concentrações de Fe não estão relacionadas ao rebaixamento do nível d’água e ao estabelecimento de um pedoambiente oxidante, e sim aos processos metabólicos das plantas.

6.2.4 Acúmulo de matéria orgânica em ambientes anaeróbicos e formação de materiais organominerais

O acúmulo de matéria orgânica em áreas alagadiças resulta do balanço entre a produção primária líquida (*net primary production*) e a taxa de decomposição (Mitsch & Gosselink, 1993 *apud* Craft, 2001; Schlesinger, 1991 *apud* Craft, 2001).

Em solos saturados por água até o nível da superfície, as taxas de decomposição da matéria orgânica são mais lentas, e esse fator, combinado à produtividade vegetal, resulta na formação de horizontes superficiais ricos em matéria orgânica (Craft, 2001; Collins & Kuhel, 2001).

A decomposição da matéria orgânica em condições aeróbicas é mais eficiente que a anaeróbica, fornecendo mais energia (Atlas & Bartha, 1981 *apud*

Craft, 2001; Mitsch & Gosselink, 1993 *apud* Craft, 2001). As bactérias anaeróbicas, por sua vez, operam num nível de energia bem mais baixo do que as aeróbicas, e portanto a decomposição ocorre bem mais lentamente em solos saturados em água (Ponnamperuma, 1972).

Outra explicação para a lentidão da decomposição e consequente acúmulo de matéria orgânica em condições anaeróbicas, segundo Lee (1992) *apud* Craft (2001), baseia-se na ideia de que solos e sedimentos anaeróbicos apresentam escassez de fauna, condição que reduz a fragmentação da matéria orgânica e o consumo de compostos orgânicos derivados de bactérias.

O acúmulo da matéria orgânica, bem como as características apresentadas pelo material acumulado, são influenciados por uma série de fatores, tais como a temperatura, o tipo de cobertura vegetal, as características da solução do solo (nutrientes, pH), a hidrodinâmica e o hidroperíodo (tempo de duração e frequência dos eventos de saturação) (Craft, 2001; Collins & Kuhel, 2001).

Assim, dependendo da combinação entre esses fatores, os materiais orgânicos acumulados em diferentes áreas podem variar quanto à espessura de sua camada ou horizonte, quanto ao teor de carbono orgânico, ao grau de decomposição, quanto às suas propriedades físicas e químicas, ou à forma de ocorrência no solo, formando horizontes orgânicos ou porções concentradas no interior de horizontes minerais.

Neste estudo, utilizou-se o termo “material organomineral” para fazer referência aos materiais que se formam sob as condições acima descritas. Os materiais organominerais incluem aqueles que são classificados como horizontes hísticos e organossolos, e que eventualmente são chamados de turfas. O termo “material organomineral” também é aqui utilizado para o caso de materiais que possuem teor de carbono orgânico inferior ao exigido para a classificação como horizonte hístico, mas que apresentam cores pretas ou muito escuras e são formados em ambientes sujeitos à saturação hídrica.

6.3 Fundamentos teórico-conceituais da interface pedologia/geomorfologia fluvial

Conforme anteriormente mencionado, as características das morfologias e dos materiais das planícies fluviais são em grande parte condicionadas pelos processos de deposição fluvial. Contudo, processos biogeoquímicos e pedogenéticos podem ser predominantes em determinados casos, como por exemplo em áreas da planície onde as taxas de deposição são baixas, propiciando assim a formação de perfis de solos.

A formação de propriedades hidromórficas nas planícies também é influenciada pelos processos fluviais de inundação, de diferentes maneiras, como será exemplificado.

Assim, os próximos itens tratam da questão do desenvolvimento de solos aluviais e da formação de propriedades hidromórficas, sob a influência dos processos deposicionais fluviais.

6.3.1 O desenvolvimento de solos nas planícies fluviais

De acordo com Bridge (2003), o desenvolvimento de solos em superfícies aluviais requer condições de baixas taxas de deposição (inferiores à ordem de mm/ano), assim como um período de tempo suficiente (superior à ordem de 10³ anos). As principais feições que demonstram a ocorrência de processos pedogenéticos e a formação de perfis de solos nas superfícies aluviais incluem:

“... (i) horizontes; (ii) evidência textural da lixiviação de materiais solúveis e precipitação de minerais secundários, e da eluviação e iluviação de argilas; (iii) deformação das estruturas originais por organismos escavadores, raízes de plantas, mudanças no teor de umidade e crescimento de minerais secundários; (iv) coloração característica e mosqueamento associado à alteração química do material de origem e formação de novos minerais.”
(Bridge, *op cit*, p. 279, tradução nossa)

Bown e Kraus (1987) propuseram o conceito de pedofácies para referir-se à variação lateral apresentada pelos solos aluviais nas planícies, a qual reflete a variação lateral nas taxas de deposição, em função da distância em relação às

margens do canal fluvial. O estudo de Bown e Kraus (*op cit*) aplica-se a paleosolos contidos em rochas sedimentares em Wyoming, Estados Unidos, contudo é possível estender o conceito de pedofácies a materiais inconsolidados de planícies modernas.

Em sua área de estudo, Bown e Kraus (*op cit*) concluíram que os solos menos maduros (que possuíam menor grau de desenvolvimento) formaram-se em áreas com taxas relativamente altas de acúmulo de sedimentos, como em diques marginais e depósitos de crevassa. Em contraste, solos bem mais maduros foram desenvolvidos em áreas mais distantes do canal, onde ocorriam sedimentos mais finos e taxas de deposição relativamente baixas.

Ao comentar sobre esse modelo, contudo, Bridge (2003) acrescenta que a formação de solos nas planícies fluviais (ou os pedofácies) não é determinada somente pela taxa de deposição associada à posição relativa ao canal, mas por outros fatores tais como a natureza do material de origem, a atividade biológica, o teor de umidade, a profundidade e a composição das águas do lençol freático.

Em relação à influência que as características do material de origem exercem no desenvolvimento dos solos em sistemas fluviais, Kraus (1999) menciona a contribuição da composição mineralógica associada às frações granulométricas. De acordo com a autora, os depósitos de areia e silte grosso que se acumulam perto das margens do canal tendem a ser compostos por quartzo, feldspato e outros fragmentos de rocha. Por outro lado, depósitos de argila e silte fino, presentes em bacias de inundação distais, consistem principalmente de minerais como caulinita, esmectita, illita e clorita. Assim, os solos formados a partir desses dois tipos de depósitos (mais grosseiros ou mais finos) apresentarão características distintas, não somente em função de sua granulometria, mas também em função da mineralogia de seus sedimentos.

Com relação à granulometria dos materiais das planícies fluviais, cabe também mencionar a influência exercida pelos processos de intemperismo. Perez Filho *et al.* (1980), em estudo realizado na planície do rio Mogi-Guaçu, fornecem um exemplo a esse respeito. De acordo com os autores, nas superfícies geomorfológicas mais antigas estudadas, “boa parte da areia mais fina, constituída de minerais primários facilmente intemperizáveis, pode ter-se transformado em argila, proporcionando assim um aumento da concentração residual de areia grossa”.

6.3.2 Interferência dos processos fluviais na formação de propriedades hidromórficas em solos e depósitos nas planícies

Os processos de inundação fluvial nas planícies podem interferir no desenvolvimento das propriedades hidromórficas de seus solos e depósitos, de diferentes maneiras.

É possível correlacionar, por exemplo, as taxas de deposição nas planícies à formação mais intensa ou menos intensa de horizontes orgânicos. Bridge (2003) menciona que, em áreas na planície que possuem baixo aporte de sedimentos, podem formar-se turfas em climas úmidos e temperados.

Ainda a esse respeito, Perez Filho *et al.* (1980) observaram a ocorrência de solos orgânicos em depressões na planície do rio Mogi-Guaçu, em áreas adjacentes ao sopé de vertentes, e atribuíram tal formação às condições de má drenagem, ao recebimento de água proveniente de nascentes do escoamento nas vertentes e ao raro aporte de sedimentos minerais provenientes das inundações do rio Mogi-Guaçu.

Desses casos depreende-se que taxas elevadas de deposição de sedimentos podem impedir ou restringir a formação de propriedades hidromórficas tais como horizontes orgânicos, mesmo que o ambiente esteja sujeito a condições de saturação hídrica prolongada na superfície.

As características mineralógicas dos sedimentos também exercem influência na formação das propriedades hidromórficas. Depósitos constituídos por minerais desprovidos de ferro, mesmo que localizados em ambientes saturados e quimicamente redutores, não apresentarão feições redoximórficas, a não ser que recebam o Fe^{2+} originado em outras porções do solo e transportado através das soluções.

Com relação ao aspecto hidrológico dos processos fluviais, as inundações nas planícies podem contribuir para a formação de propriedades hidromórficas, ao criar condições de saturação nos horizontes ou camadas superficiais, ao longo de toda a área inundada ou preferencialmente em algumas morfologias que permanecem mais tempo alagadas.

Segundo o modelo dos estágios de inundação apresentado por Bridge (2003), na fase inicial da inundação (*rising flow stage*) a água entra na planície

primeiramente através dos canais de crevassa, das partes mais baixas dos diques e por meio do escoamento superficial vindo das margens do vale. Existem, portanto, caminhos preferenciais da água, sendo que as morfologias conectadas a tais caminhos receberão os fluxos hídricos antes das demais áreas da planície, fazendo com que haja um preenchimento desigual nesse primeiro momento da inundação.

Ainda de acordo com esse modelo, após o estágio de pico, no qual toda a planície é coberta pela água, esta retorna ao canal principal por meio dos canais de drenagem da planície e pelo escoamento subsuperficial (estágio de rebaixamento do fluxo). Nessa etapa, porém, algumas áreas permanecem por mais tempo submersas, formando lagos que gradualmente desaparecem à medida que o nível d'água decresce.

Esse pode ser o caso, por exemplo, de setores topograficamente deprimidos e isolados como *backswamps* e meandros abandonados, conforme demonstrado por Santana (2008) em um estudo que simulou os estágios de inundação em um setor da planície do rio Ribeira do Iguaçu e avaliou as morfologias em termos de capacidade de estocagem da água das inundações.

Desta forma, após os episódios de inundação, os horizontes ou camadas mais superficiais de determinadas morfologias da planície permanecem mais tempo sob condições de saturação hídrica. Essa condição pode promover o desenvolvimento de ambientes anaeróbicos e redutores e a formação de feições redoximórficas e materiais organominerais nessas porções da planície.

Essas condições de saturação temporária também podem ocorrer em áreas da planície que apresentam camadas ou horizontes pouco permeáveis, formando assim lençóis suspensos após os eventos de inundação.

Os exemplos citados ilustram a influência que os processos de inundação fluvial podem exercer na formação das propriedades hidromórficas, por meio dos processos de deposição, da mineralogia dos sedimentos depositados e pela criação de condições de saturação em função dos eventos de inundação.

7. REFERÊNCIAS PARA A INTERPRETAÇÃO DAS PROPRIEDADES HIDROMÓRFICAS COMO INDICADORES DE REGIMES HÍDRICOS DE SATURAÇÃO E SUA UTILIZAÇÃO NA DEFINIÇÃO DE GRAUS DE HIDROMORFIA

A ocorrência de propriedades hidromórficas em depósitos sedimentares ou no perfil do solo em determinadas posições do relevo pode indicar a presença de zonas sujeitas à saturação hídrica, associadas a certos processos e condições hidrológicas. Por exemplo, pode indicar a presença do lençol freático e de seus níveis de oscilação, a ocorrência de lençóis suspensos, bem como a existência de afloramentos de água nas vertentes, relacionados a fraturas no embasamento ou a descontinuidades em camadas de rochas sedimentares.

Há diversos estudos voltados ao estabelecimento de relações entre as propriedades hidromórficas e o regime hídrico do solo (e.g. Crown & Hoffman, 1970; Simonson & Boersma, 1972; Veneman *et al.*, 1976; Franzmeier *et al.*, 1983; Dorronsoro *et al.*, 1988; Vepraskas, 1992; Blavet *et al.*, 2000; Vepraskas, 2001; Tassinari *et al.*, 2002; He *et al.*, 2003; Jien *et al.*, 2004; Ticehurst *et al.*, 2007; USDA/NRCS, 2010), alguns dos quais são citados nos próximos itens ou já foram citados anteriormente.

As referências apresentadas a seguir demonstram o potencial de utilização das propriedades hidromórficas como indicadores de zonas sujeitas à saturação hídrica, e algumas delas apresentam correlações entre padrões específicos de propriedades hidromórficas e o tempo de duração e a frequência dos eventos de saturação.

Tais referências demonstram a possibilidade de classificação de perfis ou horizontes do solo segundo categorias, classes ou graus de hidromorfia, uma vez que o regime hídrico afeta as características do solo em maior ou menor grau, produzindo propriedades hidromórficas com intensidades variadas.

7.1 Feições redoximórficas como indicadores de zonas sujeitas à saturação hídrica e sua relação com o tempo de duração dos eventos de saturação

As feições redoximórficas são utilizadas no Sistema Americano de Classificação de Solos (Soil Survey Staff, 2010) como características diagnósticas de condições áquicas (condições dos solos sujeitos à saturação hídrica e redução química contínua ou periódica).

As características das feições redoximórficas podem variar em relação a diversos aspectos, por exemplo em relação à sua abundância, à cor, ao formato, ao tamanho e a outros de seus aspectos morfológicos. Essa variação pode ocorrer de um horizonte do solo para outro, ou entre pontos diferentes em uma planície por exemplo, refletindo regimes hídricos distintos.

Nesta linha de pesquisa, Vepraskas (2001) e He *et al.* (2003) apresentam resultados de estudos que investigaram a relação entre o percentual de feições redoximórficas e a duração e frequência dos eventos de saturação em toposequências no estado da Carolina do Norte, Estados Unidos. Entre os resultados obtidos, esses autores observaram que, de maneira geral, quanto maior a frequência e a duração dos eventos de saturação, maior a quantidade (em %) de depleções redox. Também observaram que, nos casos em que os solos apresentavam percentual muito baixo de depleções, os eventos de saturação eram pouco frequentes, não ocorrendo na maioria dos anos.

Desta forma, esses autores indicam que a abundância de depleções redox é diretamente relacionada à quantidade de tempo que o solo permanece saturado e reduzido.

Em casos em que as condições redutoras no solo são mantidas por longos períodos, a matriz inteira em um horizonte pode se constituir em uma depleção, sem a presença de concentrações redox (Vepraskas, *op cit*). Essa pode ser a condição encontrada abaixo do nível do lençol freático, onde a saturação hídrica é permanente em ambientes de clima úmido. Nesse caso, a matriz do solo pode estar desprovida de ferro, constituindo-se mesmo numa depleção, ou então conter esse elemento na forma reduzida, sendo assim classificada como matriz reduzida.

Também é possível estabelecer relações entre as camadas ou horizontes que possuem concentrações redox (concentrações de Fe e Mn) e os níveis

aproximados de oscilação sazonal do lençol freático. Óxidos e hidróxidos de ferro e manganês comumente se concentram no solo em posições sujeitas à alternância entre condições redutoras e oxidantes, ocasionadas pela flutuação do lençol freático, segundo McDaniel *et al.* (1992) *apud* Buol *et al.* (2003) e Lee *et al.* (2001) *apud* Buol *et al.* (*op cit*).

Cabe mencionar, contudo, que o nível máximo atingido pelo lençol freático nos períodos de precipitação intensa ou prolongada pode não ser marcado pela presença de feições redoximórficas. Vepraskas (2001) explica que é possível que o lençol se eleve acima dos horizontes ou camadas onde ocorrem essas feições, porém permaneça no nível superior máximo por tempo insuficiente para a ocorrência do processo de redução do ferro.

As feições redoximórficas, portanto, podem fornecer informações aproximadas a respeito dos níveis sazonais de oscilação do lençol freático. Entretanto, as oscilações mais rápidas (como as que ocorrem no interior da estação chuvosa durante eventos de precipitação intensa) podem não ser suficientes para formar essas feições.

Em muitos dos estudos dedicados a essa temática, realizou-se um monitoramento dos níveis do lençol freático, a fim conhecer o tempo de duração da saturação hídrica nos horizontes ou perfis caracterizados, e desta maneira estabelecer relações específicas entre o regime hídrico e as propriedades hidromórficas.

Alguns desses estudos utilizaram modelos hidrológicos a fim de obter simulações do regime *histórico* de saturação do solo, como os apresentados por Vepraskas (2001) e He *et al.* (2003). Esses modelos são calibrados com dados de medições do lençol freático efetuadas durante determinado período, e alimentados por valores históricos de precipitação. As informações obtidas a partir da modelagem hidrológica são então correlacionadas com a morfologia do solo, a fim de determinar de forma mais precisa as condições de saturação hídrica formadoras de determinados padrões de feições redoximórficas.

7.2 Exemplos de classes ou categorias de regime hídrico e padrões de feições redoximórficas associados

As considerações apresentadas no item anterior indicam a maneira como as feições redoximórficas refletem, em maior ou menor grau, o tempo de duração da saturação hídrica nos solos. Nesta linha de pesquisa também há estudos que definem classes ou categorias de regimes de saturação hídrica associados a padrões específicos de propriedades hidromórficas.

Veneman *et al* (1976) por exemplo, em estudo realizado em uma toposequência em Wisconsin, Estados Unidos, definiram três categorias de regimes hídricos ao longo do setor estudado, cada qual associada a um padrão de feições redoximórficas. O quadro 1 sintetiza as características dessas categorias.

	Tempo de duração da saturação hídrica	Feições redoximórficas
Categoria 1	Curto períodos de saturação (geralmente inferiores a 1 dia/ano)	<ul style="list-style-type: none"> - Nódulos e revestimentos de manganês* na superfície de agregados; poucas concentrações de Fe; - Matriz com altos cromas - Ausência de mosqueados de cromas ≤ 2 (depleções de Fe)
Categoria 2	Vários dias seguidos de saturação hídrica; o solo permanece muito úmido, próximo da saturação por vários meses	<ul style="list-style-type: none"> - Interior de agregados com cromas iguais a 2 (depleções de Fe); - Revestimentos de Fe ao longo de poros grandes e de fendas
Categoria 3	Vários meses de saturação contínua; regime de fluxo caracterizado por pseudo-glei	<ul style="list-style-type: none"> - Depleções de Fe na superfície de poros, de agregados e no interior de agregados; - Concentrações de Fe podem ocorrer no interior dos agregados como <i>hypocoats</i>; - Parte do Fe e do Mn é removida do perfil, quando do rebaixamento do nível d'água

Quadro 1 – Categorias de regime hídrico e feições redoximórficas associadas, propostas por Veneman *et al* (1976). * Segundo a Soil Survey Staff (2010), o Mn é reduzido mais rapidamente que o Fe, e portanto curtos períodos de saturação hídrica podem ser suficientes para reduzir esse elemento, mas não promover a redução do Fe

Franzmeier *et al* (1983), em pesquisa realizada em Indiana, Estados Unidos, estudaram as correlações entre padrões de cor da matriz do solo e a duração da saturação em diferentes profundidades, definindo assim três classes principais, conforme sintetizado no quadro 2.

	Tempo de duração da saturação hídrica	Feições redoximórficas
Classe 1	Saturação periódica, às vezes durando a maior parte do ano	Horizontes com matriz com croma ≤ 2 , podendo apresentar mosqueados. Geralmente, quanto mais acinzentada a cor, mais longa a duração da saturação, mas essa relação pode não se aplicar a horizontes mais profundos, onde pode não haver matéria orgânica suficiente para desencadear a redução do Fe
Classe 2	Saturação periódica, mas de duração inferior à da classe 1	Horizontes com matriz com croma 3 ou mosqueados
Classe 3	Saturação rara	Horizontes com matriz com croma ≥ 5 , que não possuam mosqueados com croma ≤ 3 e estejam a uma distância de menos de 0,2 m de horizontes cinza subjacentes
	Sem saturação	Horizontes com matriz com croma ≥ 5 , que não possuam mosqueados com croma ≤ 3 e estejam pelo menos 0,2m acima de horizontes com croma 2 ou 3

Quadro 2 - Classes de regime hídrico e feições redoximórficas associadas, propostas por Franzmeier *et al* (1983)

Nas duas propostas acima mencionadas, os autores realizaram um monitoramento do lençol freático ao longo de um período de um a dois anos, a fim de conhecer o regime hídrico responsável pelas feições analisadas, e desta forma propor as mencionadas classes ou categorias.

Em alguns dos estudos sobre essa temática há autores que adotam o termo “hidrosequência” para fazer referência a um setor de uma toposequência ao longo do qual ocorre um aumento gradual nas condições de umidade e saturação hídrica, e conseqüentemente uma variação espacial na morfologia do solo, com o aparecimento de propriedades hidromórficas e o aumento gradual de sua expressividade.

Os estudos mencionados nesse item ilustram a gradação de propriedades hidromórficas que pode ser encontrada nos solos, tanto no sentido vertical do perfil do solo quanto no sentido lateral nas vertentes, e que reflete a variação espacial no regime hídrico (de horizontes ou setores que permanecem menos tempo sob condições de saturação para outros que permanecem nessas condições por períodos mais longos).

Desta forma, o conteúdo exposto ilustra a possibilidade de classificação do solo segundo categorias, classes ou graus de hidromorfia. A expressão “graus de hidromorfia” é encontrada em poucos estudos, sendo um deles o de Dorronssoro *et al* (1988). Considera-se que tal expressão é bastante adequada para o propósito desta pesquisa e possui coerência sob o ponto de vista das ciências pedológica e hidrológica, e por estas razões tal expressão foi aqui adotada.

7.3 Materiais organominerais como indicadores de zonas sujeitas à saturação hídrica e sua relação com o tempo de duração dos eventos de saturação

As propriedades hidromórficas relacionadas ao acúmulo de matéria orgânica, aqui denominadas de materiais organominerais, também possuem associação direta com o regime hídrico do solo. Horizontes com matéria orgânica acumulada, presentes em diferentes áreas, podem apresentar diferenças em relação à sua espessura, ao teor de carbono orgânico e ao grau de decomposição de seus compostos, distinções que refletem o tempo de duração da saturação hídrica, além de outros fatores.

Collins & Kuhel (2001) apresentam uma série de fatores e condições ambientais responsáveis pelas características dos solos com acúmulo de matéria orgânica, já mencionados em capítulo anterior. A partir do conteúdo exposto por esses autores, depreende-se que um dos fatores condicionantes mais importantes é o tempo de permanência da água em horizontes superficiais. De maneira geral, quanto mais prolongada a saturação hídrica, maior a espessura e o teor de carbono orgânico nesses horizontes. Por outro lado, uma hidrodinâmica de oscilação frequente dos níveis d'água, com curtos períodos de saturação, favorece a decomposição da matéria orgânica.

De acordo com Hurt & Carlisle (2001), os Histossolos (equivalentes aos Organossolos da classificação brasileira) formados em ambientes sujeitos à saturação hídrica, podem ser considerados a expressão máxima de anaerobiose, apresentando uma hidrodinâmica caracterizada pela saturação até a superfície durante longos períodos, ou ainda permanente. Segundo os autores, esses tipos de solo são encontrados nas partes mais alagadiças das *wetlands*.

A esse respeito, Fanning & Fanning (1989) também mencionam que solos muito mal drenados, nos quais os horizontes superficiais permanecem saturados por longos períodos, possuem comumente horizontes A mais escuros e espessos que do que solos que passam por períodos menos longos de saturação.

7.4 Referências do Guia de Indicadores de Campo de Solos Hídricos USDA/NRCS (2010)

As feições redoximórficas e as feições formadas a partir do acúmulo de matéria orgânica em ambientes saturados são utilizadas, segundo critérios determinados, na identificação de solos hídricos de acordo com o Guia de Indicadores de Campo de Solos Hídricos nos Estados Unidos, elaborado pelo USDA/NRCS (2010).

De acordo com o USDA/NRCS (*op cit*, p. 2, tradução nossa), “um solo hídrico é um solo formado sob condições de saturação, inundação ou alagamento que duram tempo suficiente, no período vegetativo, para o desenvolvimento de condições anaeróbicas na parte superior”.

Para ser classificado como “hídrico”, porém, não basta que o solo apresente propriedades hidromórficas, mas é necessário que essas propriedades estejam presentes de acordo com os critérios definidos pelo mencionado Guia, que envolvem principalmente a profundidade e espessura da camada onde elas ocorrem, e a sua quantidade.

Há uma extensa lista de indicadores de solos hídricos, três deles são apresentados no quadro 3, a título de exemplo.

Indicador de solos hídricos	Descrição
Presença de turfa ou turfa do tipo <i>mucky</i> *	Solos com uma camada de turfa ou turfa do tipo <i>mucky</i> de espessura igual ou superior a 5 cm, que apresente valor ≤ 3 e croma ≤ 2 (segundo tabela de cores Munsell) e que tenha início nos primeiros 15 cm do solo, sobrejacente a material arenoso
Matriz gley (para solos arenosos)	Solos com matriz gley que ocupa no mínimo 60% de uma camada que tenha início nos primeiros 15 cm do solo
Massas de Fe e Mn (para solos com textura entre areia muito fina e argila)	Solos de planícies de inundação com uma camada de espessura mínima de 10 cm, que apresente croma ≤ 2 ocupando no mínimo 40% da camada e concentrações redoximórficas na forma de massas de Fe ou Mn ocupando no mínimo 2% da camada. A camada com essas feições deve ocorrer inteiramente no interior nos primeiros 30 cm do solo

Quadro 3 – Exemplos de indicadores de solos hídricos. * Turfa do tipo *mucky* é definida como material orgânico do solo no qual uma parte significativa dos pedaços originais das plantas é reconhecível. Fonte: USDA/NRCS (2010).

Esses exemplos demonstram os tipos de exigências e restrições aplicadas nessa classificação. Um solo pode, por exemplo, conter propriedades hidromórficas bastante acentuadas, porém se essas ocorrerem em maiores profundidades do que aquelas estabelecidas pelo Guia, ele não será classificado como solo hídrico.

No presente estudo, as coletas e descrições dos solos e depósitos não foram limitadas somente às camadas superficiais, mas atingiram maiores profundidades, principalmente nos setores de vertente onde as propriedades hidromórficas estão localizadas em maiores profundidades. Esse estudo não se restringiu, portanto, aos solos que são classificados como “hídricos” segundo a classificação do USDA/NRCS (2010). Ademais, os indicadores de solos hídricos do mencionado Guia foram desenvolvidos para aplicação nos Estados Unidos, sendo regionalmente específicos.

Apesar das restrições acima mencionadas, o Guia de Indicadores de Campo de Solos Hídricos dos EUA forneceu contribuições significativas em relação à identificação e utilização das propriedades hidromórficas como indicadores do regime de saturação hídrica do solo, sendo desta forma uma referência relevante na etapa de interpretação das feições caracterizadas neste estudo.

Cabe também destacar que os indicadores de solos hídricos podem ser subdivididos em dois tipos principais no que tange ao regime hídrico das áreas onde ocorrem, conforme explicam Hurt & Carlisle (2001). De acordo com esses autores, alguns desses indicadores geralmente ocorrem nas partes mais úmidas das áreas alagadiças (*wetlands*), em setores que permanecem saturados em água por longos períodos na maioria dos anos. Já outros indicadores, localizados nas áreas limítrofes das porções mais úmidas das *wetlands*, são característicos de ambientes que permanecem saturados por menos tempo. Com essa subdivisão, Hurt & Carlisle (*op cit*) fornecem noções a respeito de gradações existentes entre as propriedades hidromórficas dos solos hídricos, que refletem distintos períodos de duração da saturação hídrica.

7.5 Considerações a respeito da utilização das referências apresentadas

É importante destacar que os resultados dos estudos mencionados nos itens anteriores são específicos para as áreas onde foram conduzidos, não podendo necessariamente ser espacialmente extrapolados.

Conforme já mencionado, as propriedades hidromórficas resultam da combinação entre diversos fatores ambientais, e, portanto, áreas diferentes podem apresentar combinações distintas desses fatores. A maioria dos estudos e propostas citadas foi conduzida em regiões com características geográficas diferentes das da área de estudo desta pesquisa, inclusive sob o aspecto climático.

Desta maneira, as relações específicas entre o tempo de duração da saturação e as propriedades hidromórficas apresentadas por esses autores não foram aplicadas *ipsis litteris* no presente estudo. Ainda assim, considera-se que esses estudos consistem em referências importantes que indicam tendências gerais no que se refere à hidromorfia do solo associada ao regime hídrico, fornecendo respaldo teórico-metodológico à proposta dos graus de hidromorfia aqui desenvolvida.

Também é importante mencionar que existem casos nos quais não é possível utilizar as propriedades hidromórficas como indicadores de ambientes sujeitos à saturação hídrica. Há por exemplo situações nas quais os solos ou os

sedimentos presentes em ambientes saturados e anaeróbicos não desenvolvem feições redoximórficas. Por outro lado, há casos de solos que apresentam características semelhantes às feições redoximórficas, mas que não foram formadas sob condições de saturação hídrica.

É importante ter conhecimento dessas questões ao desenvolver as análises e interpretações propostas neste estudo, portanto, alguns desses casos são apresentados a seguir, de forma breve.

Materiais de origem desprovidos de ferro

Alguns solos e depósitos sedimentares não contêm ferro ou o contêm em quantidades pouco significativas, devido à ausência ou escassez desse elemento no material de origem. Esses solos apresentam cores acinzentadas que podem se assemelhar às depleções redox, aparentando ter sido formados em ambientes sazonalmente saturados e quimicamente redutores, no entanto, tais cores não possuem relação com os processos de redução e migração do ferro no solo (Vepraskas, 2001).

Nesse caso, outros indicadores devem ser utilizados a fim de se obter informações sobre as condições hídricas de solos e sedimentos, como por exemplo feições relacionadas ao acúmulo de carbono orgânico e feições baseadas na redução e mobilização do manganês (Vepraskas, *op cit.*).

No caso de regiões com rochas calcáreas, a presença de concentrações de carbonato de cálcio pode ser utilizada como indicador pedológico de saturação hídrica do solo, conforme realizado no estudo de Tassinari *et al.* (2002).

Solos com pouca quantidade de matéria orgânica

Para que ocorram as reações de oxi-redução e a formação de feições redoximórficas nos solos saturados e anaeróbicos, é necessário que haja disponibilidade de matéria orgânica para ser oxidada (Bouma, 1983 *apud* Vepraskas & Faulkner, 2001), conforme já mencionado.

Dunne *et al.*, (1975), Vepraskas (2001) e He *et al.* (2003) reportam que os processos de oxi-redução em horizontes mais profundos ocorrem mais lentamente do que em horizontes mais superficiais, devido à menor disponibilidade de matéria orgânica em profundidade.

Em alguns casos, a ausência de matéria orgânica oxidável impede a ocorrência dos processos de oxi-redução, mesmo que o solo permaneça saturado em água, conforme observado por Couto *et al.* (1985) em um estudo realizado em área de cerrado no Brasil.

Propriedades hidromórficas relictuais

Alguns tipos de propriedades hidromórficas, como as depleções e as concentrações de Fe e Mn, podem em alguns casos ser feições relictuais, formadas anteriormente à drenagem de uma área ou em condições climáticas pretéritas. Nestes casos, tais feições não refletem o regime hidrológico atual, e portanto não podem ser consideradas como indicadores da ocorrência de condições de saturação hídrica.

Dissolução e migração do ferro em ambientes não redutores

A redução dos óxidos e hidróxidos de ferro não é o único processo que pode promover a dissolução e mobilização do ferro no solo, conforme mencionado no capítulo referente à geoquímica do ferro. Segundo Vepraskas (2001), a perda de ferro pode ocorrer a partir da atuação de ácidos orgânicos produzidos nos horizontes A ou O, que promovem a dissolução dos minerais portadores de Fe^{3+} em horizontes subjacentes. Esse processo pode produzir horizontes E cuja morfologia, especialmente a cor, se assemelha às depleções redox, mas que não são formados em ambientes saturados em água e quimicamente redutores.

8. TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS

8.1 Elaboração do mapa da morfologia fluvial da área de abrangência

O mapa da morfologia fluvial da área de abrangência foi elaborado a partir da interpretação de fotografias aéreas dos anos de 1962 e 1973, em escala aproximada de 1:25.000, da Base Aerofotogrametria e Projetos S.A., utilizando-se um estereoscópio de bolso.

As principais unidades morfológicas do relevo identificadas e mapeadas consistiram em: formas do vale, rupturas nas vertentes, cursos fluviais, planícies fluviais, terraços, meandros abandonados e quedas d'água.

A identificação e interpretação dessas unidades baseou-se nos princípios da fotointerpretação segundo Cruz (1981) e de interpretação visual de imagens segundo Jensen (2009), e incluiu a observação de aspectos tais como localização, tonalidade e cor, tamanho, forma, textura, padrão (arranjo espacial dos objetos), sombra, altura e profundidade, declividade, volume e associação.

Como referência para a representação de algumas das formas utilizou-se a legenda da Carta do Modelado e das Formações Superficiais do Médio Vale do rio Parateí (Coutard *et al.*, 1978; Coltrinari, 1982).

O fato da área de estudo apresentar cobertura arbórea contínua de grande porte dificultou a identificação das formas dos vales em alguns casos. Por essa razão, o mapa da morfologia fluvial, apresentado adiante, não apresenta a classificação de parte dos vales da área de abrangência.

A identificação de algumas das morfologias de planícies fluviais (tais como meandros abandonados, diques marginais e *backswamps*) também não pôde ser realizada em parte da área, devido à presença da cobertura vegetal arbórea. Contudo, as campanhas de campo de reconhecimento realizadas em diversos pontos da área de abrangência revelaram a presença de tais morfologias.

Apesar dessas limitações, considera-se que a atividade de fotointerpretação forneceu noções fundamentais para a caracterização da área de abrangência e para a seleção dos perfis transversais nos quais foram realizados os levantamentos de detalhe.

8.2 Levantamento morfométrico dos perfis transversais

Ao longo dos perfis transversais selecionados para o estudo, realizou-se um levantamento morfométrico em campo, que propiciou a construção de gráficos dos perfis. Esses gráficos representam a morfologia e a morfometria dos fundos de vale, permitindo que sejam identificados padrões de declividade, amplitude, desníveis, rupturas e transições morfológicas (por exemplo, mudanças que indiquem os limites entre o sistema vertente e o sistema planície). Os gráficos também serviram como base para a construção de representações bidimensionais dos graus de hidromorfia identificados nos setores estudados.

Nos setores de vertente, esse levantamento foi executado conforme a técnica do levantamento de perfis de vertente proposta por Young (1972). Segundo o autor, um perfil de vertente é uma linha ao longo da superfície do terreno que segue a direção da vertente genuína (*true slope*), a qual consiste na vertente máxima (mais íngreme).

Diferentemente de um transecto, que geralmente consiste numa linha reta, um perfil de vertente possui conectividade entre seus diferentes setores, dada por exemplo por meio dos fluxos hídricos de montante para jusante, que seguem pela direção de maior declividade.

Na planície fluvial, o trajeto do perfil seguiu a direção perpendicular ao traçado do canal fluvial, e foi definido com base nas referências da carta topográfica (escala 1:10.000), GPS e bússola.

Concomitantemente à definição do trajeto dos perfis transversais em campo, realizou-se a demarcação da linha dos perfis, ao longo da qual as medições de declividade viriam a ser efetuadas. A demarcação foi feita com estacas afixadas no terreno a cada 5 metros.

Após a demarcação do perfil, foram realizadas medições sucessivas da declividade da superfície utilizando-se o pantômetro (foto 1), instrumento idealizado por Pitty (1968) que possibilita a coleta de dados da inclinação do terreno em intervalos regulares e curtos (1,5 metro). Desta forma, cada valor obtido corresponde ao ângulo de inclinação de um trecho de 1,5 m do perfil. Trata-se, portanto, de uma técnica de levantamento adequada à escala de detalhe adotada neste estudo.

A partir dos valores dos ângulos obtidos nesse levantamento, foram construídos os gráficos dos perfis transversais, apresentados nos resultados.

Foto 1 – Levantamento morfométrico utilizando o pantômetro

8.3 Técnicas e procedimentos para a caracterização dos solos e depósitos

A coleta e a descrição dos solos e depósitos foram realizadas em perfis de trincheiras e também por meio de tradagens, utilizando trados do tipo holandês e caneco. Nos pontos localizados no fundo do vale, as trincheiras foram abertas até a profundidade na qual apareceu o nível d'água, ou um pouco abaixo desse nível.

No fundo das trincheiras foram realizadas tradagens que alcançaram diferentes profundidades, em cada caso. Também foram realizadas tradagens entre trincheiras próximas entre si. Nas vertentes, o estabelecimento dos pontos das trincheiras e tradagens foi realizado segundo orientações de Boulet (1988).

Em alguns casos, a partir de certa profundidade não foi possível coletar material por meio dos trados, em função das condições de saturação hídrica e fluidez dos solos e sedimentos. Foram então utilizados canos de PVC para essas coletas. Em alguns pontos, entretanto, não se conseguiu aprofundar as coletas a partir de certo nível, seja por meio de tradagens, seja pelo cano de PVC.

A descrição dos atributos morfológicos dos solos foi realizada conforme orientações de Santos *et al.* (2005). Os principais atributos descritos consistiram na cor (em estado úmido), textura, consistência molhada e amassada (somente pegajosidade) e estrutura. As feições redoximórficas foram descritas de forma detalhada com base em Schoeneberger *et al.* (2002; 2012). Em laboratório, realizou-se análise granulométrica e determinação do teor de matéria orgânica e carbono orgânico em amostras selecionadas.

As técnicas, procedimentos e parâmetros utilizados nessas descrições são apresentados nos item a seguir.

Delimitação de horizontes pedológicos e camadas

Nos perfis verticais dos solos e depósitos analisados, a subdivisão em horizontes, sub-horizontes e camadas foi realizada com base nas mudanças verificadas nos atributos morfológicos dos materiais, incluindo suas propriedades hidromórficas.

Nas paredes das trincheiras realizou-se a identificação e delimitação de horizontes pedológicos (A, B, C) e de seus horizontes de transição (AB, BA, BC, CB). A partir de certa profundidade, os materiais passaram a ser coletados por trado, dificultando ou inviabilizando a identificação de alguns de seus atributos morfológicos e dos limites precisos entre horizontes. Em função disso, optou-se por utilizar o termo “camada”, e não “horizonte”, a partir de certa profundidade, para designar as subdivisões que foram identificadas verticalmente, principalmente no caso dos pontos localizados no fundo do vale.

Os termos “camada deposicional arenosa” foram utilizados para designar horizontes ou camadas com textura “areia”, “areia franca” ou “franco arenosa”. Optou-se por utilizar uma denominação diferenciada para esses materiais pois havia o intuito de dar destaque aos materiais com granulometria mais grosseira, que pudessem ser indicativos de depósitos fluviais tais como depósitos de fundo de canal e de diques marginais. A presença e as características das camadas deposicionais arenosas estão mais associadas aos processos deposicionais fluviais que lhes deram origem do que aos processos pedogenéticos.

No caso dos materiais organominerais, também se utilizou o termo “camada” para fazer referência aos mesmos, exceto nos casos em que identificou-se que tais materiais formavam um horizonte hístico (H). Para os materiais organominerais que apresentaram textura “areia”, “areia franca” ou “franco arenosa”, utilizou-se o termo “camada de material organomineral arenoso”.

É importante enfatizar que a denominação “camada” aqui utilizada não significa que não ocorram processos pedogenéticos nos materiais que receberam tal denominação, assim como não significa que essas camadas não se enquadrem no conceito de horizonte pedogenético. Todavia, devido às razões acima descritas, optou-se por adotar o termo “camada” nos mencionados casos.

O quadro 4 apresenta as simbologias utilizadas para representar os materiais classificados de acordo com essas denominações.

Símbolos	Significado
D (Camada)	Camadas identificadas com base nas diferenciações verticais dos atributos morfológicos dos materiais. Sua textura é menos arenosa do que a dos materiais classificados como “Da” (depósito arenoso), e não apresentam cor escura originária do acúmulo de matéria orgânica
Da (Camada deposicional arenosa)	Camadas de materiais com textura “areia”, “areia franca” ou “franco-arenosa”
Do (Camada de material organomineral)	Camadas com cor muito escura ou preta (cores com valor ≤ 4 e croma 1), formadas pelo acúmulo de matéria orgânica em ambientes sujeitos à saturação hídrica
Doa (Camada de material organomineral arenoso)	Camadas com cor muito escura ou preta (cores com valor ≤ 4 e croma 1) formadas pelo acúmulo de matéria orgânica em ambientes sujeitos à saturação hídrica, com textura “areia”, “areia franca” ou “franco-arenosa”

Quadro 4 - Simbologia e descrição dos materiais classificados de acordo com a denominação “camada”

Com relação à representação dos horizontes ou camadas de transição, foi adotada a simbologia proposta pela EMBRAPA (1988), conforme exemplos apresentados no quadro 5.

Símbolos	Significado
BA	Horizonte subsuperficial, com predomínio de características de horizonte B e algumas características de horizonte A
DaDo	Camada subsuperficial, com predomínio de características da camada Da e algumas características da camada Do
DoDa	Camada subsuperficial, com predomínio de características da camada Do e algumas características da camada Da
B/A	Horizonte mesclado com partes de horizonte B e de horizonte A, porém com predomínio de material de B
Da/Do	Camada mesclada com partes da camada Da e da camada Do, porém com predomínio de material da Da

Quadro 5 – Simbologia dos horizontes ou camadas de transição. Fonte: Adaptado de EMBRAPA (1988)

Determinação da cor dos solos e identificação da ocorrência de Fe²⁺

A cor dos solos foi definida conforme a Tabela Munsell (Munsell Color Company, 2009). No caso de horizontes com matriz reduzida (presença de Fe²⁺), a cor foi definida no ato da coleta, uma vez que a oxidação do ferro ocasiona alterações na cor. Nesses casos, boa parte das amostras estava em condições hídricas próximas da saturação ou saturadas, e portanto sua cor foi determinada nessas condições, e não no estado úmido como nas demais amostras.

A presença de ferro em estado reduzido (Fe²⁺) foi determinada a partir da aplicação de um indicador químico (ferricianeto de potássio a 1% em solução aquosa) nas amostras, conforme indicado no Sistema Brasileiro de Classificação dos solos (SBCS, 2006). A aplicação desse indicador deve ser realizada imediatamente após a coleta das amostras, e produz cor azul caso as mesmas contenham Fe²⁺. Os resultados podem variar de azul claro a intenso, e essa intensidade também foi registrada durante as descrições, da seguinte maneira. Para cor azul claro produzida mediante a aplicação do ferricianeto de potássio, registrou-se “intensidade fraca”. Para cor azul médio produzida mediante a aplicação do ferricianeto de potássio, registrou-se “intensidade média”, e para cor azul intensa registrou-se “intensidade forte”.

Em diversos casos, as cores de determinadas amostras se enquadraram entre duas cores principais (por exemplo, entre cinzento claro (2,5Y 7/2) e bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3). Nesses casos, as duas cores foram registradas, juntamente com a informação de que a cor da amostra se situava *entre* duas cores. Este não consiste em um procedimento convencional, porém indica com maior precisão as características das cores. Considerando que as cores foram utilizadas como indicadores para classificar os solos segundo graus de hidromorfia, optou-se por registrá-las da maneira mais acurada possível.

Determinação da estrutura do solo

Parte dos solos da área de estudo apresentou estruturas que não se enquadraram adequadamente nos tipos pré-definidos no manual de Santos *et al.* (*op cit*), o qual fornece parâmetros descritivos para solos com estrutura pedogenética.

No caso dos solos hidromórficos, alguns fatores favorecem a destruição ou a não formação de estruturas pedogenéticas. A migração do ferro dos horizontes ou perfis consiste em um desses fatores. Uma vez que esse elemento funciona como um agente cimentante, contribuindo para a formação de agregados, a sua remoção contribui para a destruição das estruturas pedogenéticas.

A alternância entre a saturação hídrica e o ressecamento do solo é outro fator que dificulta a formação de um padrão de forma e estrutura regular nos solos, ou seja, de agregados com estruturas pedogenéticas.

Desta forma, boa parte dos solos da área de estudo apresentou estrutura pedogenética incipiente ou não apresentou estrutura pedogenética. Contudo, ainda assim foram observados alguns tipos de estruturas em blocos, mas que não se enquadraram nas estruturas pedogenéticas convencionais.

Esses tipos de estrutura também foram descritos, tendo sido adotados alguns novos termos para essa descrição. Utilizou-se com frequência o termo “irregular”, para fazer referência a blocos que não apresentaram regularidade em suas formas e que, ao se desfazerem, geravam blocos menores também irregulares (de diversos formatos, tamanhos, ou angularidade das faces). Também houve casos em que tais blocos irregulares eram maciços, e portanto não se desfaziam em sub-unidades.

Embora essas estruturas não se encaixem nas estruturas pedogenéticas convencionalmente definidas, considerou-se importante registrar suas características. Tais estruturas exercem influência na circulação hídrica à medida que há fissuras entre os mencionados blocos irregulares, que funcionam como caminhos preferenciais de água, equivalentes neste sentido às superfícies de agregados.

Descrição das feições redoximórficas

As feições redoximórficas foram descritas com base nos manuais de Schoeneberger *et al.* (2002; 2012), com adaptações e modificações em alguns casos.

Os atributos das feições redoximórficas observados e registrados consistiram na *cor, tipo, forma, percentual da área superficial coberta (quantidade), tamanho, localização, contraste e dureza*, conforme os critérios e as classes apresentadas nos quadros a seguir.

Com relação ao *tipo* de feições redoximórficas, a descrição foi realizada de acordo com as referências apresentadas no quadro 6.

TIPO	Subtipos	
MATRIZ REDUZIDA (presença de Fe ²⁺) Geralmente apresenta cores c/ croma ≤ 2 ou glei)		
DEPLEÇÕES REDOX (perda de material/pigmento)	Depleção de Fe	
	Depleção de Fe e argila	
CONCENTRAÇÕES REDOX (Concentrações de Fe e/ou Mn)	Massas (corpos de acumulação não cimentados, de vários formatos, menos concentrados do que os revestimentos/filmes/coberturas)	Fe ³⁺ (óxidos, hidróxidos e oxi-hidróxidos de Fe, tais como goetita, lepidocrocita, hematita)
		Fe ²⁺ (minerais com Fe reduzido, p. ex., FeS)
		Fe-Mn (óxidos, oxi-hidróxidos ou hidróxidos de Fe juntamente com óxidos de Mn)
		Mn* (óxido de Mn)
		Jarosita
	Revestimentos/ Filmes/Coberturas (na superfície/parede dos macroporos (p. ex. canais de raízes/fauna) ou na superfície de agregados)	Fe ³⁺ (revestimentos/filmes de argila compostos por óxidos, hidróxidos e/ou oxi-hidróxidos de Fe e outros minerais argilosos)
	e Hypocoats (impregnações na matriz adjacente aos macroporos)	Mn (revestimentos/filmes externos de óxidos de Mn, de cor preta, muito finos)
	Nódulos e concreções Corpos cimentados de óxidos de Fe e/ ou Mn	Corpos de Fe, ou Fe e Mn
		Jarosita
		Plintita

Quadro 6 – Tipos de feições redoximórficas. *Classificar como massa de Mn caso o material seja pelo menos um pouco efervescente com aplicação de H₂O₂. Fonte: Schoeneberger *et al.* (2012), com modificações

Conforme indicado no quadro anterior, existem concentrações com Fe no estado reduzido, como no caso das massas de Fe^{2+} . Contudo, as concentrações de Fe são, na maioria das vezes, concentrações de óxidos, hidróxidos ou oxihidróxidos de Fe, ou seja, de minerais que contém o Fe no estado oxidado. No presente estudo não foram identificadas concentrações de Fe^{2+} (Fe no estado reduzido). Portanto, sempre que for utilizado o termo “Concentrações de Fe” nesse estudo, está sendo feita referência a concentrações de Fe no estado oxidado.

Cabe aqui apresentar alguns esclarecimentos a respeito da distinção entre massas de Fe, revestimentos/filmes de Fe e *hypocoats* realizada neste estudo. Considerou-se que os revestimentos/filmes de Fe são equivalentes a películas ou coberturas, diferentemente das massas, que apresentam um aspecto mais difuso e possuem os óxidos ou hidróxidos de Fe menos concentrados.

Nas descrições efetuadas neste estudo, realizou-se uma adaptação em relação ao conceito de “massa de ferro” apresentado por Vepraskas (1992; 2001). De acordo com o autor, as massas localizam-se no interior da matriz do solo, longe de superfícies tais como fendas e canais de raízes. Neste estudo, porém, admitiu-se também a ocorrência de massas de Fe na superfície ou próximo à superfície de agregados e de macroporos. Assim, considera-se aqui que as principais diferenças entre as massas e os revestimentos/filmes consistem nas características mencionadas no parágrafo anterior, e não no local de ocorrência em relação às superfícies ou macroporos.

Com relação aos *hypocoats*, tais feições consistem em impregnações do Fe na matriz adjacente à superfície de agregados e de macroporos (quadro 7). Os *hypocoats* são menos concentrados do que os revestimentos/filmes de Fe, e neste sentido assemelham-se mais às massas. As diferenças entre os *hypocoats* e as massas de Fe consistem na localização e formato. Nos *hypocoats* as concentrações de Fe estão localizadas necessariamente na matriz imediatamente adjacente às superfícies e macroporos, acompanhando o formato dos mesmos. Já as massas são mais difusas, podendo estar localizadas sobre a superfície de agregados e de macroporos (de acordo com o conceito aqui adaptado), se difundir para dentro da matriz e ocorrer no interior da mesma, com formato irregular ou tendendo para o irregular.

Filmes/Revestimentos/ Coberturas
<i>Hypocoats</i>

Quadro 7- Localização das feições redoximórficas em relação às superfícies de poros, canais e agregados. Fonte: Adaptado de Schoeneberger *et al.* (2012)

No quadro 8 são apresentados os *formatos* de feições redoximórficas, segundo proposto por Schoeneberger *et al.* (2002). Esse quadro serviu como referência inicial, contudo ao longo dos levantamentos de campo também foram utilizados outros termos para descrever as formas de determinadas feições, tais como “formato arredondado com aspecto areolar”, ou “formato em faixas largas”.

Cabe mencionar que alguns tipos de feições redoximórficas já possuem tendências de formas específicas, como os revestimentos de ferro ao longo de canais de raízes, por exemplo. Desta maneira, em certos casos foi desnecessário descrever o formato, uma vez que a descrição do tipo de feição já indica também a sua forma.

Forma	Descrição	Ilustração
Cilíndrica	Corpos tubulares e alongados, p. ex., macroporos (formados por atividade biológica) preenchidos
Dendrítica	Corpos tubulares, alongados e ramificados, p. ex., <i>pipestems</i> (em forma de raiz)
Irregular	Corpos de formato ou espaçamento diversos
Achatada	Lâminas tabulares, relativamente finas, lentes
Reticular	Corpos dispostos de forma entrelaçada com espaçamento homogêneo, p. ex., plintita
Esférica	Corpos bem arredondados a aproximadamente esféricos, p. ex., pontos de Fe/Mn
Filamentosa	Filamentos finos (< 1mm diam.), geralmente não dendríticos, p. ex. “fios” de CaCO ₃ muito finos

Quadro 8 – Tipos de formato das feições redoximórficas. Adaptado de Schoeneberger *et al.* (2002)

Com relação ao *percentual da área superficial* coberta pelas feições redoximórficas, que expressa a *quantidade* de feições na matriz do solo, Schoeneberger *et al.* (2002; 2012) propõem 3 classes, conforme indicado no quadro 9.

Classe	Percentual da área superficial coberta
Pouco	< 2 %
Comum	2 a < 20%
Abundante	≥ 20%

Quadro 9- Percentual da área superficial coberta pelas feições redoximórficas em um horizonte. Fonte: Schoeneberger *et al.* (2002; 2012)

No presente estudo optou-se por não adotar essas classes na descrição da quantidade de feições, pois considerou-se que as classes “Comum (2 a < 20%)” e “Abundante (≥ 20%)” são muito abrangentes, sendo mais adequado apresentar valores mais específicos, que detalhassem melhor a proporção dessas feições em

cada horizonte. Desta forma, não foram adotadas classes pré-definidas, tendo sido utilizados valores e limites tais como: 2%, 5%, 8%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% e 40%.

Em campo, esse percentual foi estimado visualmente por duas pessoas (sempre as mesmas pessoas). Nos casos em que os valores estimados por cada uma não coincidiam, ambos eram considerados de forma a gerar um intervalo. Por exemplo, no caso de uma das pessoas estimar o percentual de feições de determinado horizonte em 10%, e a outra em 15%, determinava-se que tal horizonte possuía de 10 a 15 % de feições redoximórficas.

A classificação em intervalos também foi realizada nos casos em que se observou uma variação em relação ao percentual de feições no interior de um mesmo horizonte ou camada. Por exemplo, se determinadas porções de um horizonte apresentassem 5% de concentrações redoximórficas, e outras 15%, considerava-se que tal horizonte possuía de 5 a 15% dessas feições.

Para estimar o percentual da área superficial coberta pelas feições redoximórficas, foram retiradas amostras de solo de cada horizonte ou camada e colocadas sobre uma bandeja. Agregados foram abertos para que as feições presentes no interior dos mesmos também fossem consideradas. Essa aferição não foi realizada diretamente no perfil do solo (parede da trincheira) devido às condições desfavoráveis de iluminação.

A respeito do *tamanho* das feições redoximórficas, as classes propostas por Schoeneberger *et al.* (2002; 2012) são apresentadas no quadro 10. Com relação a esse aspecto, adotou-se nesse estudo os intervalos de tamanho propostos por esses autores, porém foi efetuada uma modificação em relação aos nomes das classes, conforme indicado no quadro.

Nomes das Classes (segundo Schoeneberger)	Nomes das Classes (utilizados no presente estudo)	Intervalos de tamanho*
Pequeno	Muito pequeno	< 2 mm
Médio	Pequeno	2 a < 5 mm
Grande	Médio	5 a < 20 mm
Muito grande	Grande	20 a < 76 mm
Extremamente grande	Muito grande	≥ 76 mm

Quadro 10– Classes de tamanho das feições redoximórficas. Fonte: Schoeneberger *et al.* (2012), com modificações. *No caso de feições arredondadas, aproximadamente arredondadas ou arredondadas a alongadas, o tamanho refere-se à medida do eixo maior da feição. No caso de corpos cilíndricos, dendríticos ou em filamentos, o tamanho refere-se à largura desses corpos, e não ao comprimento.

O tamanho das feições redoximórficas foi descrito para os casos em que as feições apresentaram limites e formas definidas. No caso de massas com formato irregular ou contraste difuso, não foi possível determinar o tamanho em função da dificuldade para delimitar essas feições.

Com relação à *localização* das feições redoximórficas no solo, as referências utilizadas para a descrição desse parâmetro são apresentadas no quadro 11.

LOCALIZAÇÃO DAS FEIÇÕES REDOXIMÓRFICAS
MATRIZ (na matriz do solo, não associada à face/superfície de agregados ou poros)
Disseminadas na matriz
Na matriz, em torno de depleções redox
Na matriz, em torno de concentrações redox
AGREGADOS (sobre as faces de agregados ou associadas às mesmas)
Entre agregados
Infusão na matriz ao longo das faces dos agregados (<i>hypocoats*</i>)
Na face dos agregados (na face horizontal, vertical ou em todas as faces)
POROS (nos poros ou associadas às superfícies ao longo dos poros)
Nas superfícies ao longo dos poros
Nas superfícies ao longo de canais biológicos
Infusão na matriz adjacente aos poros (<i>hypocoats*</i>)
OUTROS
Em fendas
No topo de um horizonte
Em volta de fragmentos de rocha
Em superfícies de fricção (<i>slickensides</i>)
Ao longo de superfícies laminares ou estratificadas

Quadro 11- Localização das feições redoximórficas no solo. Fonte: Schoeneberger *et al.* (2012), com modificações

O *contraste* entre as cores das feições redoximórficas e da matriz do solo foi definido conforme Schoeneberger *et al.* (2002), que propõem uma classificação baseada nas diferenças entre matiz, valor e croma, conforme apresentado no quadro 12.

Contraste – Classificação	Diferença de cor entre a matriz do solo e a feição redoximórfica (Δ significa “diferença entre”)		
	Matiz (m)	Valor (v)	Croma (c)
Difuso*	$\Delta m = 0$	$\Delta v = \leq 2$	e $\Delta c \leq 1$
	$\Delta m = 1$	$\Delta v = \leq 1$	e $\Delta c \leq 1$
	$\Delta m = 2$	$\Delta v = 0$	e $\Delta c = 0$
Distinto*	$\Delta m = 0$	$\Delta v = \leq 2$	e $\Delta c > 1$ a < 4
		ou $\Delta v > 2$ a < 4	e $\Delta c < 4$
	$\Delta m = 1$	$\Delta v \leq 1$	e $\Delta c > 1$ a < 3
		ou $\Delta v > 1$ a < 3	e $\Delta c < 3$
Proeminente*	$\Delta m = 2$	$\Delta v = 0$	e $\Delta c > 0$ a < 2
		ou $\Delta v > 0$ a < 2	e $\Delta c < 2$
	$\Delta m = 0$	$\Delta \geq 4$	ou $\Delta c \geq 4$
	$\Delta m = 1$	$\Delta \geq 3$	ou $\Delta c \geq 3$
	$\Delta m = 2$	$\Delta \geq 2$	ou $\Delta c \geq 3$
	$\Delta m \geq 3$		

Quadro 12- Classes de contraste definidas com base nas diferenças de cor entre a matriz do solo e a feição redoximórfica. * Se as cores comparadas possuem valor ≤ 3 e croma ≤ 2 , o contraste é difuso, independentemente de diferenças no matiz. Fonte: Schoeneberger *et al.* (2012)

Com relação ao aspecto da *dureza*, parâmetro que se aplica à descrição de nódulos ou concreções, adotou-se a classificação de Santos *et al.* (2005), conforme indicado no quadro 13.

Classe	Critérios
Macio	Pode ser quebrado entre o polegar e o indicador
Duro	Não pode ser quebrado entre os dedos

Quadro 13 – Dureza da concentração redoximórfica. Adaptado de Santos *et al.* (2005)

Determinação da textura dos solos ou depósitos

A textura dos solos ou depósitos foi determinada por meio do tato (para as amostras de todos os horizontes) e por meio de análise granulométrica (para diversas amostras selecionadas em cada ponto de descrição).

A análise granulométrica das amostras foi realizada pela FEALQ (Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz) de acordo com a técnica do densímetro (EMBRAPA, 1997), utilizando as classes de diâmetro propostas pelo USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), que consistem nas seguintes: areia muito grossa (2 a 1 mm); areia grossa (1 a 0,5 mm); areia média (0,5 a 0,25 mm); areia fina (0,25 a 0,10 mm); areia muito fina (0,10 a 0,05 mm); silte (0,05 a 0,002 mm); e argila (inferior a 0,002 mm). Com relação à fração areia, esta foi subdividida em 2 frações (areia grossa e areia fina) ou em 5 frações (acima mencionadas), dependendo do caso.

A classificação textural das amostras foi realizada com base no Triângulo de Classes Texturais apresentado por Santos *et al.* (2005), adaptado do Sistema Americano de Classificação de Solos.

Determinação do teor de carbono orgânico e matéria orgânica

Algumas das amostras classificadas como “materiais organominerais” foram selecionadas para a determinação de seu teor de carbono orgânico e matéria orgânica. Esse parâmetro permitiu definir se tais materiais possuíam o teor de carbono orgânico mínimo necessário para serem classificados como horizontes hísticos, diagnósticos de Organossolos.

A determinação desses parâmetros foi realizada pela FEALQ (Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz) de acordo com os procedimentos indicados em Camargo *et al* (2009).

8.4 Medição dos níveis d'água

Durante o período de realização dos trabalhos de campo, foram efetuadas medições dos níveis de água do lençol freático ou do lençol suspenso, dependendo do caso. No Perfil Transversal B, essas medições foram realizadas de setembro de 2012 a março de 2013, e no Perfil Transversal A de outubro de 2012 a março de 2013, com uma frequência de uma a duas medições por mês.

É importante destacar que os níveis d'água medidos nesse monitoramento não devem ser entendidos como médias mensais, mas refletem o nível do lençol freático (ou do lençol suspenso) no momento da medição. É provável que alguns dos níveis registrados estejam próximos da média do mês no qual foram obtidos, mas nem todos são necessariamente representativos dessa média.

O nível d'água registrado num determinado dia pode, por exemplo, ter sido influenciado por um evento de precipitação intensa ocorrido nos dias anteriores, que promoveu a elevação do lençol. Nesse caso, o valor obtido pela medição reflete uma oscilação associada ao evento de precipitação.

Por essa razão, foram consultados os valores de precipitação diários registrados pela SABESP nas duas estações meteorológicas situadas na Reserva do Morro Grande, entre os meses de agosto de 2012 a março de 2013. Esses valores são apresentados no anexo 1.

Esses dados foram correlacionados aos níveis d'água medidos, e desta forma foi possível obter um melhor controle a respeito do significado desses níveis, ou seja, saber se estavam associados a eventos de precipitação intensa ou a períodos sem precipitação significativa.

Assim, não se deve considerar que os valores dos níveis d'água obtidos expressam o regime hidrológico da área, uma vez que para isso seria necessário um monitoramento a longo prazo. Contudo, as medições realizadas forneceram noções importantes a respeito das oscilações do lençol, de valores próximos das médias mensais e próximos dos níveis mínimo e máximo.

A medição dos níveis d'água foi realizada em furos abertos com o trado. Para garantir que a água da precipitação direta ou do escoamento superficial não comprometesse os valores obtidos, procedeu-se da seguinte maneira. Cada vez que era necessário efetuar a medição dos níveis, realizava-se antes a retirada de parte da água dos furos, com a utilização de uma bomba d'água manual. No caso

de furos situados ao lado de trincheiras, realizava-se também o esgotamento da trincheira, uma vez que esta poderia receber água da chuva e desta forma influenciar o nível d'água dos furos adjacentes. Após esse procedimento, aguardava-se um determinado período de tempo para a estabilização dos níveis. Nos pontos localizados na planície, aguardava-se várias horas (aproximadamente 6 horas) para a estabilização, e então realizava-se a medição. Nos pontos localizados nas vertentes, nos quais a estabilização dos níveis aparentemente era mais demorada, as medições eram realizadas geralmente dois dias após a retirada da água dos furos.

Em períodos em que não ocorreram eventos de precipitação intensa ou prolongada, a medição dos níveis foi realizada sem o prévio esgotamento da água dos furos.

Os valores dos níveis d'água registrados são mencionados ao longo da análise dos resultados, e são também apresentados no anexo 2.

9. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados inicialmente os resultados obtidos a partir do levantamento morfométrico nos Perfis Transversais A e B e da caracterização dos solos e depósitos desses perfis.

Na sequência será apresentada uma proposta para classificação dos horizontes pedogenéticos e das camadas deposicionais segundo graus de hidromorfia, desenvolvida a partir da análise dos padrões de propriedades hidromórficas identificados na área de estudo.

Após esse conteúdo, serão apresentados e analisados os graus de hidromorfia dos pontos e setores estudados nos Perfis Transversais A e B, bem como as proposições a respeito do regime hídrico de saturação dos mesmos.

Por fim, serão apresentadas algumas considerações e proposições a respeito da dinâmica fluvial de inundações na planície do Perfil Transversal A.

9.1 Gráficos dos Perfis Transversais e localização dos pontos de descrição dos solos e depósitos

Os gráficos obtidos a partir dos levantamentos morfográficos ao longo dos Perfis Transversais A e B são apresentados nas figuras 7 a 10. Os valores dos ângulos obtidos nesses levantamentos são apresentados no anexo 3.

Ao longo dos perfis transversais foram definidos pontos para a descrição e coleta dos solos e depósitos. Essa definição foi realizada de forma a abranger setores sujeitos a condições hídricas distintas, que potencialmente poderiam apresentar padrões de propriedades hidromórficas diferentes. Desta forma, foram selecionados pontos nos principais sistemas hidrogeomorfológicos abrangidos pelos perfis transversais, a saber, nos sistemas vertente, planície fluvial (no caso do Perfil Transversal A) e fundo do vale (no caso do Perfil Transversal B), assim como no setor de transição entre esses sistemas. No Perfil Transversal A também foram selecionados para o estudo pontos representativos de diferentes morfologias de planícies fluviais.

Assim, a partir desses critérios, foram definidos os seguintes locais para caracterização dos solos e depósitos:

- Nos Perfis Transversais A e B: setores de transição entre a vertente e a planície ou o fundo do vale, abrangendo tanto perfis pedológicos na vertente, autóctones, quanto perfis no sopé, com depósitos coluvionares e fluviais. Nesses casos, foram abertas trincheiras bem próximas entre si, e realizadas tradagens entre as mesmas, para que pudessem ser observadas as transições e as gradações existentes nas propriedades hidromórficas de seus solos ou depósitos;

- No Perfil Transversal A: pontos para a abertura de trincheiras próximos ao canal fluvial, sendo um deles situado ao lado do canal, em uma morfologia correspondente a um pequeno dique marginal;

- No Perfil Transversal A: ponto para a coleta de materiais em uma morfologia de *backswamp*;

- No Perfil Transversal A: outros pontos para a abertura de trincheiras, distribuídos ao longo da planície;

- No Perfil Transversal B: pontos para a abertura de trincheiras no fundo do vale, em dois setores distintos sob o aspecto da hidrodinâmica superficial e subsuperficial e dos tipos de camadas deposicionais;

A localização das trincheiras e dos pontos das tradagens, nos Perfis Transversais A e B, está indicada nas figuras 11 e 12.

Figura 7 - Gráfico do Perfil Transversal A

Figura 8 - Gráfico do Perfil Transversal A com exagero vertical de 100%

Figura 9 - Gráfico do Perfil Transversal B

Figura 10 - Gráfico do Perfil Transversal B com exagero vertical de 100%

Figura 11 - Gráfico do Perfil Transversal A com a localização das trincheiras e pontos de tradagem

Figura 12 - Gráfico do Perfil Transversal B com a localização das trincheiras e pontos de tradagem

9.2 Caracterização dos solos e depósitos

Este item apresenta a descrição morfológica dos perfis de solos e depósitos de cada trincheira, incluindo a descrição detalhada de suas propriedades hidromórficas e fotos ilustrativas das mesmas. Nessas trincheiras, a partir de certa profundidade, as amostras foram coletadas por gradagem, e sua descrição também é apresentada. No caso dos pontos identificados com a letra “T” nas Figuras 11 e 12, as descrições morfológicas também foram realizadas, mas não serão aqui apresentadas.

Os resultados da análise granulométrica são apresentados neste item de forma já incorporada às classes texturais, mas podem ser vistos detalhadamente (em percentuais para cada fração) no anexo 4. O anexo 5 apresenta a classificação desses perfis verticais segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Perfil Transversal A - Ponto V1

Profundidade
(cm)
0

8/12

20/23

49/53

Foto 2 - Perfil do ponto V1
Foto tirada com a luz do *flash* da câmera fotográfica.
As fotos abaixo mostram os solos com suas cores originais,
sob iluminação natural (sol).

Profundidade
(cm)

0	A
8/12	AB
20/23	B1
49/53	B2
86	B3
98	B4
116/120	BC
130/135	Cg1
144	Cg2
170	Cg3
180	Cg4
220	
260+	

Escala 1:20

Foto 2a - Sub-horizonte B2 (49/53 a 86 cm)

Foto 2c- Sub-horizonte Cg1 (130/135 a 170 cm)

Foto 2b - Horizonte de transição BC

Foto 2d - Sub-horizontes Cg2 (170 a 180) e Cg3 (180 a 220)

Perfil Transversal A - Ponto V1

Horizonte	Descrição morfológica
A	0 - 8/12 cm, bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); franco argilo arenoso; ligeiramente pegajoso; estrutura grumosa pequena e muito pequena, e estrutura fraca em blocos subangulares pequenos que se desfazem em grumos e em grânulos médios, pequenos e muito pequenos; presença de areia lavada; transição clara e ondulada
AB	8/12 – 20/23 cm, bruno (10YR 4/3 e 5/3); franco argilo arenoso; ligeiramente pegajoso; estrutura grumosa e granular média, pequena e muito pequena, e estrutura fraca em blocos que se desfazem em grânulos; transição gradual e ondulada
Bi1 ou Bt1*	20/23 – 49/53 cm, entre bruno amarelado claro (10YR 6/4) e amarelo brunado (10YR 6/6); limite entre argilo arenoso e franco argilo arenoso; ligeiramente pegajoso a pegajoso; estrutura granular pequena e muito pequena, e estrutura fraca em blocos subangulares pequenos e médios que se desfazem em blocos muito pequenos e grânulos; transição difusa
Bi2 ou Bt2*	49/53 - 86 cm, entre bruno amarelado claro (10YR 6/4) e amarelo brunado (10YR 6/6); argila arenosa (próximo de argila e franco argiloso); pegajoso; estrutura fraca a moderada em blocos médios e pequenos que se desfazem em blocos sub-angulares muito pequenos e em grumos pequenos e médios; transição não definida
A partir deste ponto, a coleta foi realizada com o trado, inviabilizando a descrição de alguns dos atributos morfológicos, como a estrutura e o padrão de feições hidromórficas, e também a transição entre horizontes	
Bi3 ou Bt3*	86 – 98 cm, amarelo brunado (10YR 6/6); argila arenosa (próximo de argila e franco argiloso); pegajoso
Bi4 ou Bt4*	98 – 116/120 cm, variegado: matriz predominante amarelo brunado (10YR 6/6); outras cores: bruno muito claro acinzentado (10YR 7/4), bruno claro acinzentado (2,5Y 7/4), amarelo avermelhado (7,5YR 7/6 e 6/6); limite entre argila arenosa e franco argilo arenoso; pegajoso a ligeiramente pegajoso <ul style="list-style-type: none"> • Presença de mosqueados relacionados à estrutura da rocha, com cores amarelo avermelhado (5YR 6/8) e vermelho amarelado (5YR 5/8)
BC	116/120 – 130/135 cm, variegado (contraste muito baixo entre as cores): entre amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) e amarelo brunado (10YR 6/6), bruno amarelado claro (10YR 6/4), bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3); franco argilo arenoso; pegajoso a ligeiramente pegajoso; presença de feldspato (pouco); presença de mosqueados amarelo avermelhados

	<p>(7,5YR 6/8) e vermelho amarelados (5YR 5/8) associados à estrutura da rocha</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aspecto de redistribuição de Fe: massas de Fe pouco concentradas, muito difusas, que se confundem com a própria matriz
Cg1	<p>130/135 – 170 cm, variegado: bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3 e 7/4), cinzento claro (2,5Y 7/2 e 7/1), branco (glei 1 8/N), e pequenas porções amarelo avermelhadas (7,5YR 7/8), amarelas (10YR 7/8), bruno forte (7,5YR 5/8) e amarelo brunadas (10YR 6/6); franco (micáceo); não pegajoso a ligeiramente pegajoso; presença de feldspato (pouco);</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Padrão de cor variegado, incluindo cores de baixo croma, resultante tanto de condições hidromórficas quanto da estrutura da rocha
Cg2	<p>170 – 180 cm, variegado: matriz predominante cinzento esverdeado claro (glei 1 entre 7/10Y e 7/5GY); outras: entre bruno claro acinzentado (2,5Y 8/4) e amarelo claro acinzentado (5Y 8/4), bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3), e pequenas porções e faixas amarelo brunado (10YR 6/8) e amarelo (10YR 7/6); franco (micáceo); não pegajoso; presença de feldspato (pouco); presença de mosqueados provavelmente associados à estrutura da rocha</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cores glei predominantes na matriz
Cg3	<p>180 – 220 cm, variegado: matriz predominante cinzento esverdeado claro (glei 1 entre 7/10Y e 7/5GY); outras: entre bruno claro acinzentado (2,5Y 8/4) e amarelo claro acinzentado (5Y 8/4), bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3); franco a franco siltoso (micáceo); não pegajoso; presença de feldspato; presença de mosqueados amarelo avermelhados (7,5YR 6/8) e amarelos (10YR 7/8 e 2,5Y 7/6), na forma de pequenas porções e faixas estreitas, provavelmente associados à estrutura da rocha</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cores glei predominantes na matriz
Cg4	<p>220 – 260 cm*, variegado: matriz cinzento esverdeado claro (glei 1 entre 7/10Y e 7/5GY); outras: entre bruno claro acinzentado (2,5Y 8/4) e amarelo claro acinzentado (5Y 8/4), bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3); franco a franco siltoso (micáceo); não pegajoso; presença de feldspato;</p>

	<p>presença de mosqueados amarelo brunado (10YR 6/8) e amarelo (10YR 7/6), na forma de pequenas porções e traços estreitos, provavelmente associados à estrutura da rocha</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cores glei predominantes na matriz
--	--

*Não foi possível definir se o horizonte B deste ponto consiste em B incipiente ou B textural (ver considerações no anexo 5)

Perfil Transversal A - Ponto V2

Foto 3 - Perfil do ponto V2
Foto tirada com a luz do *flash* da câmera fotográfica.
As fotos ao lado mostram os solos com suas cores originais, sob iluminação natural (sol)

Foto 3a - Perfil sob iluminação natural

Fotos 3b e 3c - Sub-horizonte Bi2 (29/30 a 57/63 cm)

Fotos 3d e 3e - Sub-horizonte Bg1 (57/63 a 87 cm)

Foto 3f - Sub-horizonte Cg1 (137 a 152 cm)

Foto 3g - Sub-horizonte Cg2 (amostra superior) e Cg3 (amostra inferior)

Perfil Transversal A - Ponto V2

Horizonte	Descrição morfológica
A	0 - 7/11 cm, bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); argila arenosa; ligeiramente pegajoso a pegajoso; estrutura em grumos pequenos e médios e estrutura fraca em blocos pequenos e médios que se desfazem em grumos; presença de areia lavada; transição clara e ondulada
AB	7/11 – 16/22 cm, bruno (10YR 5/3), bruno claro acinzentado (10YR 6/3), e pequenas porções bruno amarelado claro (10YR 6/4); franco argilo-arenoso; ligeiramente pegajoso a pegajoso; estrutura fraca em blocos que se desfazem em blocos sub-angulares pequenos e muito pequenos e em grumos pequenos; transição gradual e ondulada
Bi1	<p>16/22 – 29/30 cm, bruno amarelado claro (entre 10YR 6/4 e 2,5Y 6/4); entre franco argilo-arenoso e argila arenosa; pegajoso; estrutura em grânulos pequenos e médios e estrutura fraca em blocos que se desfazem em blocos sub-angulares pequenos e muito pequenos e em grânulos; transição gradual e plana</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz e na superfície dos agregados maiores, com formato irregular ou ligeiramente arredondado, de tamanho pequeno a médio (em torno de 5 mm), e contraste distinto • Em pequena quantidade: massas de Fe na matriz, na forma de pontos bem pequenos (< 2mm) e filamentos finos (< 1mm), contraste distinto a proeminente <p>- Quantidade de concentrações de Fe: < 2%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (5YR 6/8) e vermelho amarelado (5YR 5/8)</p>
Bi2	<p>29/30 – 57/63 cm, bruno amarelado claro (10YR 6/4); argila arenosa (bem próximo do limite com a argila); pegajoso; estrutura semelhante à do sub-horizonte B1 em algumas porções, e em outras a estrutura é muito fraca a maciça (sem estrutura pedogenética); transição gradual ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz e na superfície dos agregados maiores, com formato irregular ou ligeiramente arredondado, de tamanho pequeno e médio, e contraste distinto • Massas de Fe na matriz, na forma de pontos bem pequenos (<2mm) e filamentos finos (< 1mm), contraste distinto a proeminente • Em menor quantidade: revestimentos de Fe em canais de raízes, com

	<p>contraste distinto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 5% - Cores das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 5/8) e vermelho (2,5YR 5/8 e 4/8), esta última em menor quantidade
Bg1	<p>57/63 – 87 cm, variegado: bruno muito claro acinzentado (10YR entre 7/3 e 7/4), bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3), cinzento claro (2,5Y 7/2), bruno amarelado claro (10YR 6/4) e amarelo avermelhado (7,5YR entre 7/6 e 6/6); argila arenosa; pegajoso; estrutura muito fraca a sem estrutura pedogenética: blocos com formato irregular grandes, que em alguns casos são maciços, e em outros casos se desfazem em blocos irregulares pequenos e médios com faces retilíneas, e em grumos médios; transição não determinada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz (predominantemente) e na superfície dos agregados/blocos, com formato irregular ou ligeiramente arredondado, tamanhos médio e grande e contraste distinto; em alguns casos, as massas localizam-se em torno de depleções • Aspecto de redistribuição de Fe: massas de Fe pouco concentradas, muito difusas, que se confundem com a própria matriz (essa feição não foi considerada na definição da quantidade de concentrações de Fe devido à sua difícil delimitação e ao fato de que pode ser considerada como uma das cores da matriz do solo) <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/8 e 6/6), bruno forte (7,5YR 5/8) e bruno amarelado claro (10YR 6/4) <ul style="list-style-type: none"> • Depleções de Fe na matriz, cor cinzento claro (2,5Y 7/2), com formato irregular, tamanhos diversos e contraste difuso
<p>A partir deste ponto, a coleta foi realizada com o trado, inviabilizando a descrição de alguns dos atributos morfológicos, como a estrutura e o padrão de feições hidromórficas, e também a transição entre horizontes</p>	
Bg1	<p>87 – 115/120 cm, variegado: cinzento claro (2,5Y 7/2), bruno muito claro acinzentado (10YR entre 7/3 e 7/4), bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3) e cinzento claro (2,5Y 7/1); argila arenosa; pegajoso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aparentemente possui o mesmo padrão de feições redoximórficas descrita para a profundidade 57/63 - 87
CBg	<p>115/120 – 137 cm, variegado: cinzento claro (10YR 7/1 e 7/2, e 2,5Y 7/2), bruno muito claro acinzentado (10YR 7/3 e 7/4), entre cinzento claro (2,5Y 7/1) e branco (2,5Y 8/1), e em pequena quantidade amarelo avermelhado</p>

	<p>(7,5YR 6/8); franco argilo-arenoso (micáceo); ligeiramente pegajoso; presença de feldspato (pouco)</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Padrão de cor variegado, incluindo cores de baixo croma e presença de mosqueados amarelo avermelhados (7,5YR 6/8 e 6/6) e bruno forte (7,5YR 5/8), características que resultam tanto de condições hidromórficas quanto da estrutura da rocha
Cg1	<p>137 – 152 cm, camada de transição, passando gradualmente das cores da camada sobrejacente para a subjacente; entre franco argilo-arenoso e franco (micáceo); ligeiramente pegajoso</p>
Cg2	<p>152 – 176 cm, variegado: cor predominante cinzento claro (Glei 1 7/N); outras: amarelo avermelhado (7,5YR 6/6, 6/8 e 7/8), amarelo (10YR 7/6) e amarelo brunado (10YR 6/6); entre franco argilo-arenoso e franco (micáceo); ligeiramente pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Padrão de cor variegado, incluindo cores de baixo croma e glei, e presença de mosqueados, características que resultam tanto de condições hidromórficas quanto da estrutura da rocha
Cg3	<p>176 – 196 cm, cinzento esverdeado claro (Glei 1 7/10GY) e cinzento esverdeado (Glei 1 6/5GY); franco (micáceo); não pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺, com fraca intensidade • Cores glei predominantes na matriz
Cg4	<p>196 – 220 cm⁺, cinzento esverdeado claro (Glei 1 7/10GY) e cinzento esverdeado (Glei 1 6/5GY); franco arenoso (micáceo); não pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com média intensidade • Presença de pedaços de matéria orgânica não decomposta • Cores glei predominantes na matriz

Perfil Transversal A - Ponto V3

Fotos 4a e 4b - Horizonte Bi (26/27 a 38/41 cm)

Foto 4f - Sub-horizonte Cg3 (212 a 220/230)

Foto 4c - Sub-horizonte Bg2 (52/57 a 74 cm)

Foto 4d - Sub-horizonte Bg3 (74 a 84/87 cm)

Foto 4e - Horizontes A enterrados (120 a 129 e 129 a 138 cm)

Perfil Transversal A - Ponto V3

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
A	0 – 13/19 cm, bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); limite entre argila arenosa e franco argilo-arenoso; pegajoso; estrutura moderada em grumos pequenos, médios e grandes; presença de areia lavada; transição clara e ondulada
AB	13/19 – 26/27 cm, variegado: bruno (10YR 5/3), bruno claro acinzentado (10YR 6/3) e bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); limite entre argila arenosa e franco argilo-arenoso; pegajoso; estrutura fraca em blocos que se desfazem em blocos sub-angulares muito pequenos e em grânulos pequenos e médios; transição gradual e ligeiramente ondulada
Bi	<p>26/27 – 38/41 cm, entre bruno amarelado claro (2,5Y 6/3) e bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3); argila arenosa (próximo de franco argiloso e franco argilo-arenoso); pegajoso; estrutura fraca a sem estrutura pedogenética: blocos grandes (de 3 a 6 cm), maciços e com formato irregular, e blocos que se desfazem em grânulos pequenos e médios e em poucos blocos sub-angulares muito pequenos e pequenos; transição gradual e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz e na superfície de agregados/blocos, com formatos irregular e arredondado, tamanhos predominantemente pequenos e bem pequenos (p. ex., pontos de 1 a 3 mm) e contraste distinto a proeminente; • Revestimentos de Fe na superfície de agregados e concentrações de Fe como <i>hypocoats</i> associadas a essas superfícies, com formatos irregular e arredondado, tamanhos predominantemente pequenos e contraste distinto a proeminente; • Em menor quantidade: massas de Fe de tamanho médio, formato irregular e contraste difuso; <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 2%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/8 e 6/6), bruno forte (7,5YR 5/8) e amarelo avermelhado (entre 5YR 6/8 e 7,5YR 6/8)</p>
Bg1	38/41 – 52/57 cm, bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3); argila arenosa (próximo de franco argiloso e franco argilo-arenoso); pegajoso; estrutura muito fraca a sem estrutura pedogenética: blocos grandes (de 3 a 6 cm), maciços e com formato irregular, e poucos blocos que se desfazem em grânulos pequenos e médios e em blocos sub-angulares muito pequenos e pequenos; transição clara e ondulada

	<p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz e na superfície de agregados/blocos, com formato irregular a arredondado, tamanhos pequeno a médio (por volta de 5mm) e contraste distinto • Massas de Fe na matriz, com formato arredondado e tamanho muito pequeno (pontos de 1 a 2 mm), e formato em filamentos muito pequenos (< 1mm), com contraste distinto a proeminente • Massas de Fe na matriz e na superfície de agregados, com formato irregular e contraste difuso <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5% - Cores das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 5/8 e 5/6)
Bg2	<p>52/57 – 74 cm, entre cinzento claro (10YR 7/2) e bruno muito claro acinzentado (10YR 7/3); argila (próximo do limite com argila arenosa); pegajoso a muito pegajoso; sem estrutura pedogenética: blocos grandes (de 3 a 6 cm) com formato irregular, em alguns casos maciços, e em outros se desfazem em blocos irregulares menores; apresenta fissuras entre os blocos (equivalente à superfície de agregados), e suas faces são em alguns casos lisas e angulares; presença de água livre nas faces dos blocos; transição não determinada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz e na superfície de blocos, em alguns casos com formato irregular e contraste difuso, e em outros com formato levemente arredondado, tamanho médio e contraste distinto • Massas de Fe na matriz, com formato arredondado, tamanho muito pequeno (pontos de 1 a 2 mm), contraste distinto e principalmente proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 8% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/6, 7/6 e 6/8), bruno forte (7,5YR 5/8)
Bg3	<p>74 – 84/87 cm, cinzento claro (10YR 7/2); entre argila, franco argiloso e argila arenosa; pegajoso; sem estrutura pedogenética: blocos grandes (de 3 a 6 cm) com formato irregular, em alguns casos maciços, e em outros se desfazem em blocos irregulares menores; apresenta fissuras entre os blocos (equivalente à superfície de agregados), e suas faces são em alguns casos lisas e angulares; presença de água livre nas faces dos blocos; transição não determinada</p>

	<p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz, com formatos irregular e arredondado, tamanho pequeno e contraste distinto; • Em pequena quantidade: massas de Fe ao longo de pequenos poros ou canais biológicos, e em alguns casos na forma de <i>hypocoats</i> associados a esses poros e canais, com tamanho muito pequeno e contraste distinto <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/6 e 6/8)
Bg4	<p>84/87 a 97 cm, variegado: cinzento claro (10YR 7/2), bruno muito claro acinzentado (10YR 7/3), cinzento rosado (7,5YR 6/2), bruno claro (7,5YR 6/3) e branco (10YR 8/1); entre argila, franco argiloso e argila arenosa; pegajoso; estrutura e transição não foram definidas</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz e na superfície de blocos, com formatos levemente arredondado e irregular, tamanho médio e contraste distinto; em alguns casos com contraste difuso <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 8% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 7/6, 6/6 e 6/8)
A partir deste ponto, a coleta foi realizada com o trado, inviabilizando a descrição de alguns dos atributos morfológicos, como a estrutura e o padrão de feições hidromórficas, e também a transição entre horizontes	
BgAb	<p>97 – 120 cm, variegado: cinzento rosado (7,5YR 6/2) e bruno claro (7,5YR 6/3), e em menor quantidade: cinzento claro (10YR 7/2), e cinzento brunado claro (10YR 6/2); argila arenosa (próximo do limite entre argila e franco argiloso; pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentrações de Fe na matriz <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade das concentrações de Fe: não definida - Cor das concentrações de Fe: amarelo brunado (10YR 6/6)
Ab1	120 – 129 cm, cinzento (10YR 5/1 e 7,5YR 5/1); argila arenosa; pegajoso
Ab2	129 – 138 cm, entre cinzento (10YR 5/1; 7,5YR 5/1) e cinzento escuro (10YR 4/1; 7,5YR 4/1); argila arenosa (próximo do limite entre argila e

	franco argiloso); pegajoso
Do1	138 – 160 cm , preto (entre Glei 1 2,5/N e 2,5Y 2,5/1); argila (próximo do limite entre argila arenosa e franco argiloso); pegajoso a muito pegajoso
Do2	160 – 173 cm , cinzento muito escuro (glei 1 3/N) ou preto (glei 1 2,5/N); argila (próximo do limite entre argila arenosa e franco argiloso); pegajoso
Cg1	<p>173 – 190 cm, cinzento (2,5Y 5/1); franco argiloso, próximo do limite com o franco (micáceo); ligeiramente pegajoso a pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺, com intensidade fraca a média <p><u>Outras propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedacos de matéria orgânica não decomposta
Cg2	<p>190 – 212 cm, entre cinzento (2,5Y 5/1) e cinzento esverdeado claro (glei 1 7/10Y); franco argiloso (próximo do limite com o franco) (micáceo); ligeiramente pegajoso a pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺, com intensidade fraca a média e média <p><u>Outras propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedacos de matéria orgânica não decomposta
Cg3	<p>212 – 220/230 cm, entre cinzento claro (5Y 7/1) e cinzento esverdeado claro (glei 1 7/10Y); franco (próximo do limite com franco argilo-arenoso); ligeiramente pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺, com intensidade média <p><u>Outras propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedacos de matéria orgânica não decomposta
Cg4	220/230 – 276cm* , matriz cinzenta (2,5Y 6/1 e 5Y 6/1) com porções cinzento esverdeado claras (glei 1 7/10Y); franco a franco siltoso;

	<p>sensação de areia grossa e cascalho; não pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe^{2+}, com intensidade fraca e fraca a média <p><u>Outras propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedacos de matéria orgânica não decomposta
--	---

Perfil Transversal A - Ponto S1

Foto 5 - Perfil do ponto S1

Foto tirada sob iluminação natural. As fotos ao lado também mostram os solos/depósitos com suas cores originais, sob iluminação natural (sol)

Foto 5a - Horizonte Ag (0 a 8/11 cm)

Amostra em processo de oxidação: a parte central da amostra ainda contém Fe^{2+} , mas nas partes externas o Fe já se oxidou (observar a diferença nas cores)

Fotos 5b e 5c - Horizonte de transição BgAg (8/11 a 19/24 cm)

Foto 5d - Sub-horizonte Bg1 (19/24 a 28 cm)

Foto 5e - Horizonte de transição BgDa (31/32 a 40/42 cm)

Perfil Transversal A - Ponto S1

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
Ag	<p>0 – 8/11 cm, bruno acinzentado escuro (10YR 4/2) e bruno acinzentado (10YR 5/2 e 2,5Y 5/2); franco argilo arenoso (próximo ao franco e franco arenoso) (micáceo); ligeiramente pegajoso a pegajoso; sem estrutura pedogenética (predominantemente maciço), mas algumas partes apresentam estrutura fraca em blocos que se desfazem em grânulos e grumos pequenos; transição clara a gradual e ligeiramente ondulada; em algumas partes do horizonte a matéria orgânica está distribuída de forma heterogênea (em processo de incorporação ao solo)</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe em canais biológicos e na superfície de poros, com formatos cilíndrico e arredondado, tamanho pequeno a médio e contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: < 2% - Cores das concentrações de Fe: bruno avermelhado escuro (5YR 3/4) • Presença de Fe²⁺ em quase todas as amostras, com intensidade fraca a forte
BgAg	<p>8/11 – 19/24 cm, variegado: cinzento claro (2,5Y 7/1 e 10YR 7/1), cinzento (2,5Y 6/1), e entre bruno acinzentado (10YR 5/2) e cinzento brunado claro (10YR 6/2); franco; ligeiramente pegajoso a pegajoso; estrutura fraca a sem estrutura pedogenética, com algumas porções maciças e outras com grânulos pequenos e muito pequenos e blocos subangulares pequenos; transição clara e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de macroporos, de canais biológicos e sobre preenchimentos de macroporos, em formato cilíndrico, arredondado, dendrítico e irregular, tamanhos pequeno, médio e grande e contraste proeminente • Em menor quantidade: revestimentos/filmes de Fe na superfície de agregados/blocos, com formato irregular e contraste distinto a proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 10 a 20% - Cores das concentrações de Fe: bruno avermelhado (5YR 4/4), vermelho amarelado (5YR 4/6) e bruno avermelhado escuro (5YR 3/4 e 2,5YR 2,5/4)

	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em mais de 50% das amostras, com intensidade fraca a média
Bg1	<p>19/24 – 28 cm, variegado: cinzento claro (10YR 7/1), entre cinzento (10YR 6/1) e cinzento brunado claro (10YR 6/2), e porções bruno acinzentadas (10YR 5/2); franco arenoso (próximo de franco e franco argilo-arenoso); ligeiramente pegajoso; sem estrutura pedogenética (predominantemente maciço), mas apresenta algumas porções com grumos pequenos; transição gradual e plana</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe em canais de raízes, canais biológicos e na superfície de poros, com formatos dendrítico, em filamentos e irregular, tamanhos pequeno e médio e contraste proeminente • Em menor quantidade: massas de Fe na matriz, com formato irregular e contraste distinto a proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 5 a 8% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/6), bruno forte (7,5YR 5/6 e 5/8) e vermelho amarelado (5YR 4/6 e 5YR entre 5/6 e 5/8) • Presença de Fe²⁺ em poucas amostras, com intensidade fraca
Bg2	<p>28 – 31/32 cm, cinzento (10YR 6/1) e cinzento brunado claro (10YR 6/2); franco arenoso (próximo ao franco); ligeiramente pegajoso; sem estrutura pedogenética, material não coerente; transição gradual e plana</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de poros e em canais biológicos, com formatos arredondado, em filamentos e irregular, tamanhos pequeno (predominantemente) e médio, e contraste distinto • Em menor quantidade: massas de Fe na matriz, com formato irregular e contraste distinto <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5% - Cores das concentrações de Fe : bruno forte (7,5YR 5/6, 5/8 e 4/6), amarelo brunado (10YR 6/6) e bruno amarelado (10YR 5/6)
BgDa	<p>31/32 – 40/42 cm, variegado: cinzento claro (2,5Y 7/1), cinzento (10YR 5/1) e entre cinzento (10YR 6/1) e cinzento brunado claro (10YR 6/2); franco arenoso (sensação de areia selecionada); não pegajoso; sem estrutura pedogenética, material não coerente; transição não determinada</p>

	<p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas e revestimentos de Fe em canais biológicos, principalmente canais de raízes, com formato em filamentos, tamanho muito pequeno e contraste distinto - Quantidade de concentrações de Fe: < 2% - Cores das concentrações de Fe: amarelo brunado (10YR 6/6), bruno amarelado (10YR 5/6) e bruno forte (7,5YR 5/6, 5/8 e 4/6)
Da	40/42 – 110 cm, cinzento (2,5Y entre 6/1 e 5/1); areia; sem estrutura pedogenética, material não coerente
Do	110 – 120 cm, preto (Glei 1 2,5/N), franco argiloso; pegajoso

Perfil Transversal A - Ponto P1

Foto 6 - Perfil do ponto P1
Foto tirada com a luz do *flash* da câmera fotográfica.
As fotos ao lado mostram os solos com suas cores originais, sob iluminação natural (sol)

Foto 6a - Sub-horizontes Bg1 e Bg2 sob iluminação do *flash* da câmera fotográfica

Profundidade (cm)	
0	A
3/6,5	Bg1
16/20	Bg2
38	Bg3
48/50	Bg4
60/65	D1
75	D2
90	D3
105/110	Do
140	Do/Doa
152	Doa1
168	Doa2
182	Doa3
202	

Escala: 1:20

Fotos 6c e 6d - Sub-horizonte Bg2 (16/20 a 38 cm)

Foto 6b - Sub-horizonte Bg1 (3/6,5 a 16/20 cm)

Foto 6e - Camada D1 (38/48 a 50)
Presença de Fe^{2+} identificada após a aplicação de ferricianeto de potássio

Foto 6f - Camada D2 (75 a 90 cm)

Foto 6g - Camada Doa4

Foto 6h - Camadas Doa3, Doa4 e Doa5
Coleta realizada por meio de cano de PVC

Perfil Transversal A - Ponto P1

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
Ag	<p>0 – 3/6,5 cm, bruno acinzentado (10YR 5/2) e cinzento claro (10YR 7/1 e 2,5Y 7/1); limite entre franco argiloso e franco argilo-siltoso; pegajoso; estrutura fraca em grumos pequenos e médios, e em blocos subangulares pequenos que se desfazem em grumos; transição clara e levemente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de agregados e de macroporos, com formado irregular, tamanho pequeno e contraste distinto • Massas de Fe na superfície de agregados e no interior da matriz, com formatos irregular, irregular a arredondado e na forma de pontos pequenos, com contraste distinto <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 5 a 8%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 4/6 e 5/6) e amarelo avermelhado (7,5YR 6/6)</p>
Bg1	<p>3/6,5 – 16/20 cm, entre cinzento claro (2,5Y 7/1) e cinzento (2,5Y 6/1); franco argilo-siltoso (próximo de argila siltosa e franco argiloso); pegajoso; estrutura muito fraca a sem estrutura pedogenética: blocos de formato irregular, na maior parte maciços e grandes (3 a 4 cm), e em alguns casos blocos de tamanhos pequeno e médio que se desfazem em grânulos; há também grânulos pequenos e muito pequenos na superfície de blocos e no interior de canais biológicos; transição clara e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de canais biológicos (principalmente de fauna) de tamanho pequeno, e sobre cavidades biológicas com formato arredondado e tamanho médio, com contraste proeminente • Revestimentos/filmes de Fe ao longo de macroporos preenchidos, com formato arredondado, tamanho pequeno e contraste proeminente • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de macroporos e de blocos, com formato arredondado a irregular e contraste proeminente • Em menor quantidade: revestimentos de Fe ao longo de canais de raízes e concentrações de Fe na forma de <i>hypocoats</i> associadas a esses canais, de tamanho muito pequeno e contraste proeminente

	<p>- Quantidade de concentrações de Fe: 30% em geral, com algumas partes apresentando maior quantidade (50%) e outras menor (20%)</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: bruno avermelhado (5YR 4/4), vermelho amarelado (5YR 4/6, 5/6) e bruno forte (7,5YR 5/6) e vermelho escuro (2,5YR 3/6)</p>
Bg2	<p>16/20 - 38 cm, variegado: bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3), bruno muito claro acinzentado (10YR 7/4 e 7/3), cinzento claro (2,5Y 7/2), cinzento claro (entre 5Y 7/1 e Glei 1 7/N); franco argilo-siltoso; pegajoso; sem estrutura pedogenética predominantemente: blocos de formato irregular, que em alguns casos são maciços e grandes (3 a 4 cm), e em outros casos se desfazem em blocos irregulares pequenos e médios; em pequena quantidade há grânulos pequenos e médios; transição clara a gradual e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz e na superfície de blocos, de formato irregular e irregular a arredondado, tamanhos pequeno e médio, e contraste proeminente e distinto • Concentrações de Fe na forma de <i>hypocoats</i> associadas à superfície de blocos, com formato irregular, tamanhos pequeno e médio e contraste proeminente e distinto • Revestimentos de Fe ao longo de canais de raízes e concentrações de Fe na forma de <i>hypocoats</i> associadas a esses canais, de tamanho muito pequeno e contraste distinto a proeminente • Massas de Fe pouco concentradas, muito difusas, que se confundem com a própria matriz (essa feição não foi considerada na definição da quantidade de concentrações de Fe, devido à sua difícil delimitação e ao fato de que pode ser considerada como uma das cores da matriz) • E em menor quantidade: revestimentos/filmes de Fe ao longo de canais biológicos, de tamanho pequeno e contraste proeminente <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 15 a 20%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (entre 5YR 6/8 e 7,5YR 6/8), bruno forte (7,5YR 5/8), amarelo brunado (10YR 6/6) e vermelho amarelado (5YR 5/8)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Depleções de Fe, cor cinzento claro (entre 5Y 7/1 e Glei 1 7/N) ao longo de canais de raízes e também na matriz (constituem a própria matriz do solo, por estarem bastante disseminadas), com contraste difuso e em alguns casos distinto • Presença de Fe²⁺ em poucas amostras, com fraca intensidade
Bg3	<p>38 – 48/50 cm, variegado: cinzento (entre 5Y 6/1 e Glei1 6/N), cinzento</p>

	<p>claro (5Y 7/1), bruno muito claro acinzentado (10YR 7/3) e bruno amarelado claro (10YR 6/4); argila siltosa, muito próximo do limite com a argila; muito pegajoso; sem estrutura pedogenética: blocos de formato irregular, maciços e grandes; transição clara e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz e na superfície de blocos, em alguns casos mais concentradas na forma de pontos pequenos com contraste proeminente, e em outros casos disseminadas com formato irregular e contraste distinto • Revestimentos/filmes de Fe e massas de Fe ao longo de canais biológicos muito finos no interior da matriz, de tamanho muito pequeno e contraste proeminente • Massas de Fe pouco concentradas, muito difusas, que se confundem com a própria matriz (essa feição não foi considerada na definição da quantidade de concentrações de Fe, devido à sua difícil delimitação e ao fato de que pode ser considerada como uma das cores da matriz) <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 15 a 20%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/8), vermelho amarelado (5YR entre 5/6 e 5/8), amarelo avermelhado (7,5YR 6/6 e 6/8)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ na maior parte das amostras (cerca de 80% delas), com forte intensidade
Bg4	<p>48/50 – 60/65 cm, variegado: cinzento brunado claro (10YR 6/2), bruno amarelado claro (10YR 6/4), bruno amarelado (10YR 5/4), cinzento (entre 5Y 6/1 e Glei1 6/N) e cinzento claro (5Y 7/1); limite entre argila siltosa e argila; pegajoso a muito pegajoso; sem estrutura pedogenética, com estrutura em blocos irregulares: blocos de formato irregular, grandes e médios, em alguns casos maciços, e em outros se desfazem em blocos irregulares menores; também ocorrem grumos de tamanho médio entre blocos e na superfície de macroporos; transição entre horizontes não determinada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na matriz e na superfície de blocos, em alguns casos mais concentradas na forma de pontos pequenos com contraste proeminente, e em outros casos disseminadas com formato irregular e irregular a arredondado e contraste distinto • Massas de Fe pouco concentradas, muito difusas, que se confundem com a própria matriz (essa feição não foi considerada na definição da quantidade de concentrações de Fe, devido à sua difícil delimitação e ao fato de que pode ser considerada como uma das cores da matriz)

	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 10 a 20% (sem considerar as massas difusas) - Cores das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 5/6, 4/6 e 5/8), amarelo avermelhado (7,5YR 6/6 e 6/8) <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
A partir deste ponto a coleta foi realizada com o trado, inviabilizando a descrição de alguns dos atributos morfológicos, como a estrutura, alguns aspectos das feições redoximórficas e a transição entre horizontes	
D1	<p>60/65 – 75 cm, variegado: cinzento rosado (7,5YR 6/2), bruno (7,5YR 5/3), bruno amarelado claro (10YR 6/4), cinzento (7,5YR 6/1), cinzento claro (7,5YR 7/1) e cinzento avermelhado (5YR 5/2); textura variável, com porções de argila muito pegajosas, e outras de argila siltosa e franco argilosas, menos pegajosas</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentrações de Fe na matriz, na forma de massas difusas em alguns casos, e em outros casos bem concentradas - Quantidade das concentrações de Fe: 10 a 25% - Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/8), amarelo avermelhado (5YR 6/8) e vermelho amarelado (5YR 5/6, 5/8 e 4/6) <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
D2	<p>75 – 90 cm, entre cinzento avermelhado e vermelho acinzentado (2,5YR entre 5/1 e 5/2); argila (próximo do limite com franco argiloso e franco argilo- siltoso); faixas finas e porções pequenas de areia fina e lavada na matriz; pegajoso a muito pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentrações de Fe na matriz, na forma de massas difusas em alguns casos, e em outros casos bem concentradas - Quantidade das concentrações de Fe: aproximadamente 20% - Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 4/6) <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
D3	<p>90 – 105/110 cm, entre cinzento (7,5YR 5/1) e cinzento escuro (7,5YR 4/1); limite entre argila e franco argiloso; faixas finas e porções</p>

	<p>pequenas de areia fina e lavada na matriz; pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Concentrações de Fe na matriz, na forma de massas difusas em alguns casos, e em outros casos mais concentradas <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade das concentrações de Fe: não aferida - Cor das concentrações de Fe: não aferida Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
Do	<p>105/110 – 140 cm, cinzento muito escuro (Glei 1 3/N); franco argiloso; pegajoso</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Pedaços de matéria orgânica não decomposta
Do/Doa	<p>140 – 152 cm, apresenta características de transição entre as camadas sobrejacente e subjacente</p>
Doa1	<p>152 – 168 cm, preto (Glei 1 2,5/N); franco argilo-arenoso, próximo de franco arenoso (sensação de areia fina selecionada); não pegajoso</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Pedaços de matéria orgânica não decomposta Acúmulo de matéria orgânica (teor de matéria orgânica: 96 g/kg; teor de carbono orgânico: 56 g/kg)
Doa2	<p>168 – 182 cm, preto (Glei 1 2,5/N); entre franco argilo-arenoso e franco arenoso (sensação de areia fina ou média selecionada); não pegajoso</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Pedaços de matéria orgânica não decomposta Elevado teor de carbono orgânico
Doa3	<p>182 – 202 cm, preto (Glei 1 2,5/N); franco arenoso (sensação de areia fina ou média selecionada); não pegajoso</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Pedaços de matéria orgânica não decomposta Elevado teor de carbono orgânico

Perfil Transversal A - Ponto P2

Foto 7 - Perfil do ponto P2
Foto tirada sob iluminação do *flash* da câmera fotográfica.
As demais fotos mostram os solos/ depósitos com
suas cores originais, sob iluminação natural (sol).

Foto 7a - Base da trincheira do ponto P2,
sob iluminação do *flash* da câmera fotográfica.

Profundidade (cm)	
0	A
8/10	Bg1
23/29	Bg2
52/57	D1
70/73	D2
90	D3
110/115	Doa/D
120	Doa1
140	
	Do
180	
187	Doa2
200	Doa3
215	

Escala: 1:20

Fotos 7b e 7c - Sub-horizonte Bg1 (8/10 a
23/29 cm)

Fotos 7d e 7e - Sub-horizonte Bg2, com
depleções de Fe ao longo de canais de
raízes

Fotos 7f e 7g - Camada D1 (52/57 a 70/73 cm)

Foto 7h - Camada D3 (90 a 110/115 cm)

Perfil Transversal A - Ponto P2

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
A	0 – 8/10 cm, bruno (10YR 5/3); argila (próximo do limite com argila siltosa); pegajoso; estrutura fraca em blocos subangulares grandes que se desfazem em blocos subangulares pequenos e grânulos pequenos e médios; transição clara e ligeiramente ondulada
Bg1	<p>8/10 – 23/29 cm, variegado: cinzento claro (2,5Y 7/2 e 7/1), bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3), bruno muito claro acinzentado (10YR 7/3), entre cinzento claro (2,5Y 7/2) e cinzento bruno claro (2,5Y 6/2), entre bruno muito claro acinzentado (10YR 7/4) e bruno amarelado claro (10YR 6/4); argila (próximo do limite com argila siltosa); pegajoso; estrutura fraca em blocos médios e grandes que se desfazem com facilidade em grânulos muito pequenos, pequenos e médios, e em blocos subangulares pequenos e muito pequenos; canais de fauna preenchidos com silte/argila; transição difusa</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas (principalmente) e revestimentos/filmes de Fe na superfície de agregados, de canais e cavidades biológicas (mesofauna) e de macroporos, de tamanho médio e formatos arredondado, levemente arredondado e irregular, e contraste proeminente • Em menor quantidade: massas e revestimentos/filmes de Fe ao longo de canais de raízes, de tamanho muito pequeno e contraste proeminente • Em menor quantidade: concentrações de Fe na forma de <i>hypocoats</i>, associadas à superfície de agregados e aos canais biológicos • Em menor quantidade: massas na matriz, com formato irregular e contraste distinto a difuso <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 10 a 20%, chegando a 25% em algumas porções do horizonte - Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/6) e vermelho amarelado (5YR 4/6, 5/6 e 5/8) • Depleções de Fe, que constituem a própria matriz do solo por estarem bastante disseminadas
Bg2	23/29 – 52/57 cm, variegado: entre bruno claro acinzentado (10YR 6/3) e bruno amarelo claro (10YR 6/4), cinzento claro (2,5Y 7/2), bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3) e bruno muito claro acinzentado (10YR 7/4); argila (próximo do limite com argila siltosa); mais argiloso que o sub-horizonte Bg1); pegajoso a muito pegajoso; estrutura fraca em blocos médios e grandes que se desfazem com facilidade em grânulos muito

	<p>pequenos, pequenos e médios, e em blocos subangulares pequenos e muito pequenos; porções sem estrutura pedogenética: blocos irregulares muito pequenos e pequenos com superfícies associadas a fissuras formadas pelo ao regime de saturação/dessaturação; transição clara e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na superfície de agregados e na matriz, com formato irregular, tamanhos pequeno (principalmente) e médio e contraste difuso a distinto • Em pequena quantidade: massas de Fe em canais de raízes, tamanhos pequeno e muito pequeno e contraste distinto <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 5%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: Amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) e bruno forte (7,5YR 5/6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Depleções de Fe, cor cinzento claro (2,5Y 7/1 e 7/2) e entre cinzento claro e branco (2,5Y entre 8/1 e 7/1) em canais de raízes e, em menor quantidade, na superfície de canais e cavidades de fauna, com contraste difuso e em alguns casos distinto
D1	<p>52/57 – 70/73 cm, variegado: cinzento claro (10YR 7/2 e 7/1; 2,5Y 7/1), entre cinzento (2,5Y 6/1) e cinzento claro (Glei 1 7/N), cinzento (5YR 5/1), bruno (7,5YR 5/2 e 4/2), bruno acinzentado (10YR 5/2); limite entre argila e muito argiloso; muito pegajoso; sem estrutura pedogenética, com estrutura em blocos irregulares em alguns casos, e maciços em outros: blocos irregulares grandes que se desfazem em blocos pequenos e médios, os quais possuem entre si faces de contato angulares e lisas (aspecto de pequenas rachaduras), que funcionam como canais preferenciais de água (apresentam brilho d'água nessas faces); blocos irregulares médios e grandes, maciços (não se desfazem em blocos menores); grânulos pequenos e médios, presentes entre blocos, ou ainda formados a partir da desagregação de blocos pequenos e médios; transição não determinada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe ao longo de canais biológicos (principalmente canais de raízes), e concentrações de Fe na forma de <i>hypocoats</i> associados a esses canais, com tamanho pequeno e contrastes distinto e proeminente; • Massas de Fe na superfície de blocos, com formato irregular e contrastes difuso e distinto • Massas de Fe no interior de blocos, com formato aproximadamente arredondado e/ou alongado e tamanhos pequeno e muito pequeno, com contrastes distinto a proeminente • Massas de Fe no interior de blocos, com formato irregular e contraste distinto • Em pequena quantidade: revestimentos/filmes de Fe em canais

	<p>biológicos, com tamanho pequeno e contraste proeminente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Em pequena quantidade: depleções de Fe em canais de raízes finas (<1mm) - Quantidade de concentrações de Fe: 10 a 30% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/6, 6/8, 7/6 e 7/8), bruno forte (7,5YR 5/6 e 5/8) e vermelho amarelado (5YR entre 5/6 e 5/8), amarelo avermelhado (5YR 6/8), bruno avermelhado (5YR 5/4), e entre amarelo (10YR 7/6) e bruno muito claro acinzentado (10YR 7/4) • Presença de Fe²⁺, com forte intensidade, em parte das amostras
<p>A partir deste ponto, a coleta foi realizada com o trado, inviabilizando a descrição de alguns dos atributos morfológicos, como a estrutura e o padrão de feições hidromórficas, e também a transição entre horizontes</p>	
D2	<p>70/73 – 90 cm, variegado: cinzento (entre Glei 1 7/N e 5Y 6/1), cinzento rosado (7,5YR 6/2) e cinzento brunado claro (10YR 6/2); argila; pegajoso; faixas finas e porções pequenas de areia fina e lavada, distribuídas de forma heterogênea na matriz</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentrações de Fe na matriz, na forma de massas difusas em alguns casos, e em outros casos bem concentradas - Quantidade das concentrações de Fe: 30 a 40% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/8), bruno forte (7,5YR 5/6); amarelo brunado (10YR 6/6) e amarelo (10 YR 7/6) • Presença de Fe²⁺, com forte intensidade, em todas as amostras
D3	<p>90 – 110/115 cm, variegado: cinzento (5Y 6/1), entre cinzento claro (Glei 1 7/N) e cinzento (2,5Y 6/1); com a profundidade o material continua cinzento, mas o matiz muda (10YR 6/1 e 5/1; 7,5YR 6/1 e 5/1; 5YR 5/1); argila; pegajoso; faixas finas e porções pequenas de areia fina e lavada, distribuídas de forma heterogênea na matriz</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentrações de Fe na matriz, na forma de massas difusas em alguns casos, e em outros casos bem concentradas - Quantidade das concentrações de Fe: 10 a 30% - Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/6 e 5/8)

	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺, com forte intensidade, em todas as amostras
Doa/D	110/115 - 120 cm, variegado: cinzento escuro (7,5YR 4/1), cinzento muito escuro (7,5YR 3/1) e preto (7,5YR 2,5/1); material apresenta porções com textura franco argilosa a franca, e outras franco arenosas, com sensação de areia média selecionada
Doa1	120 – (140)* cm, preto (Glei 1 2,5/N); franco arenoso (próximo de areia franca); sensação de areia média selecionada
Do	(140) – (180) cm, entre cinzento (2,5Y 5/1) e cinzento escuro (2,5Y 4/1); limite entre franco argiloso e franco argilo-arenoso; pegajoso
Doa2	(187) – 200 cm, preto (Glei 1 2,5/N); franco arenoso; sensação de areia média selecionada; ligeiramente pegajoso
Doa3	200 – 215 cm, preto (Glei 1 2,5/N); franco argilo-arenoso, muito próximo de franco arenoso; sensação de areia média selecionada; ligeiramente pegajoso

*Valores entre parênteses indicam profundidade imprecisa, aproximada

Perfil Transversal A - Ponto P3

Foto 8 - Perfil do ponto P3
Foto 8 e 8a tiradas sob iluminação do *flash* da câmera fotográfica. As demais fotos mostram os solos/ depósitos com suas cores originais, sob iluminação natural (sol).

Foto 8a - Sub-horizontes Bg1 e Bg2 no perfil

Fotos 8b e 8c - Sub-horizonte Bg1 (20 a 30/33 cm)

Foto 8g - Horizonte de transição BgDa (38 a 48 cm)
Amostra em processo de oxidação do Fe:
Na amostra da esquerda, a parte central ainda contém Fe^{2+} , mas nas partes externas o Fe já se oxidou. Na amostra da direita aplicou-se ferricianeto de potássio, confirmando a presença do Fe^{2+} na parte central

Fotos 8d, 8e e 8f - Sub-horizonte Bg2 (30/33 a 38 cm)

Foto 8h - Camada Da (48 a 100 cm)

Perfil Transversal A - Ponto P3

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
A	0 – 10/14 cm, bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); franco argiloso; ligeiramente pegajoso; estrutura em grumos médios e grandes e em grânulos muito pequenos; transição clara e ondulada
BgA	<p>10/14 – 20 cm, entre bruno (10YR 5/3) e bruno claro acinzentado (10YR 6/3), e cinzento claro (2,5Y 7/1) em pequena quantidade; franco argiloso; ligeiramente pegajoso a pegajoso; estrutura fraca a sem estrutura pedogenética: blocos médios irregulares, em alguns casos maciços, e em outros se desfazem em blocos menores ou em grumos; transição gradual e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe em canais de raízes e na superfície de poros, com formato dendrítico e em filamentos, tamanho muito pequeno e contraste distinto e proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5% - Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/8 e 5/6) e vermelho amarelado (5YR 5/8 e 4/6) • Depleções de Fe na matriz (pequena quantidade), cor cinzento claro (2,5Y 7/1), com formato irregular e contraste difuso a distinto; também observou-se um caso de depleção ao longo de um canal de raiz
Bg1	<p>20 – 30/33 cm, variegado: entre bruno claro acinzentado (2,5Y 7/3) e cinzento claro (2,5Y 7/2), e algumas porções de cinzento claro (2,5Y 7/1); franco argiloso, com um pouco de cascalho; pegajoso; sem estrutura pedogenética, com estrutura em blocos irregulares: blocos irregulares grandes, que em alguns casos são maciços, e em outros se desfazem em blocos irregulares menores; transição abrupta e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de canais biológicos (fauna e em canais de raízes), com formatos dendrítico e em filamentos, de tamanho muito pequeno e pequeno e contraste proeminente • Revestimentos e massas de Fe na superfície de poros, com formato irregular a arredondado, de tamanho pequeno e contraste

	<p>proeminente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentrações de Fe na matriz na forma de <i>hypocoats</i>, adjacentes aos poros e às faces de blocos irregulares, de formato arredondado (em alguns casos com aspecto areolar) e formatos em faixas arredondadas, tamanhos médio e grande e contraste proeminente • Massas de Fe disseminadas na matriz, com formatos irregular e arredondado, tamanhos médio e grande e contraste proeminente • Massas de Fe pouco concentradas, muito difusas, que se confundem com a própria matriz (essa feição não foi considerada na definição da quantidade de concentrações de Fe, devido à sua difícil delimitação e ao fato de que pode ser considerada como uma das cores da matriz) <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 5 a 15%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/6), vermelho amarelado (5YR 5/6, 5/8 e 4/6); em pequena quantidade: vermelho escuro (2,5YR 3/6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Depleções de Fe na matriz, em pequena quantidade, com cor cinzento claro (2,5Y 7/1), formato irregular e contraste difuso
Bg2	<p>30/33 - 38 cm, cinzento (entre 5Y 6/1 e glei 1 7/N); franco argiloso, próximo do limite com a argila; pegajoso; sem estrutura pedogenética, com estrutura em blocos irregulares: blocos irregulares grandes, que em alguns casos são maciços, e em outros se desfazem em blocos irregulares menores; transição gradual e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de canais biológicos (de fauna principalmente) e em canais de raízes (em menor quantidade), com formatos dendrítico e em filamentos, de tamanho pequeno e muito pequeno e contraste proeminente (de maneira geral, o tamanho dos revestimentos de Fe em poros ou canais são maiores do que os do horizonte sobrejacente) • Revestimentos/filmes e massas de Fe na superfície de macroporos, com formato irregular a arredondado, de tamanhos médio e grande e contraste proeminente • Massas de Fe na matriz e concentrações de Fe na forma de <i>hypocoats</i> associadas aos macroporos, com formato arredondado (em alguns casos com aspecto areolar) e formato em faixas arredondadas, tamanhos médio e grande (em alguns casos chegando a 6 cm), com contraste proeminente • Massas na matriz, de forma descontínua ao longo da transição entre esse horizonte e o sobrejacente <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 15 a 20%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: vermelho escuro (2,5YR 3/6), bruno avermelhado escuro (2,5YR 2,5/4), vermelho (2,5YR 4/8),</p>

	<p>vermelho amarelado (5YR 4/6 e 5/6), amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) e bruno forte (7,5YR 5/6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
BgDa	<p>38 – 48 cm, cinzento (entre 5Y 6/1 e Gleil 6/N); franco argilo arenoso, com um pouco de cascalho; pegajoso; sem estrutura pedogenética: blocos irregulares, que em alguns casos são maciços, e em outros se desfazem em blocos irregulares menores; transição gradual</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de canais biológicos, com formatos dendrítico e em filamentos, de tamanho pequeno e contraste proeminente • Revestimentos/filmes e massas de Fe na superfície de macroporos, com formato irregular a arredondado, tamanhos médio e grande e contraste proeminente • Concentrações de Fe na forma de <i>hypocoats</i> associadas aos macroporos, com formato arredondado e em faixas, tamanho médio e contraste proeminente • Massas de Fe disseminadas na matriz, com formato irregular a arredondado, tamanho médio e contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5% - Cores das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 5/6 e 4/6) e bruno forte (7,5YR 5/6 e 4/6) • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
Da	<p>48 – 90/110 cm, cinzento (2,5Y entre 6/1 e 5/1); areia franca; sem estrutura pedogenética, material não coerente</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade

Perfil Transversal A - Ponto P4

Foto 9 - Perfil do ponto P4

Foto 9a - Localização do ponto P4, nas margens do canal fluvial

Foto 9e - Depósitos fluviais arenosos na serrapilheira

Fotos 9c e 9d - Camada Da3 (20 a 47cm)

Perfil Transversal A - Ponto P4

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
O	0 – 2 cm , serrapilheira com porções de areia média lavada
Da1	2 – 11 cm , entre cinzento (10YR 5/1) e cinzento escuro (10YR 4/1); limite entre franco e franco arenoso; não pegajoso; estrutura fraca em grumos pequenos e médios, e porções sem estrutura pedogenética, maciças; transição clara e plana
Da2	11 – 20 cm , entre cinzento (10YR 5/1) e bruno acinzentado (10YR 5/2); areia franca; não pegajoso; sem estrutura pedogenética, não coerente; transição gradual e ligeiramente ondulada
Da3	<p>20 – 42/47 cm, variegado: cinzento (2,5Y 5/1 e 6/1), cinzento claro (2,5Y 7/1) e branco (2,5Y 8/1); areia franca; não pegajoso; sem estrutura pedogenética, não coerente; transição gradual e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe ao longo de canais de raízes, com tamanho pequeno e contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: < 2% - Cores das concentrações de Fe: bruno claro (7,5YR 6/4) e amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade que aumenta gradualmente de fraca a forte com o aumento da profundidade
D1	<p>42/47 – 70 cm, entre cinzento escuro (10YR 4/1) e bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); franco; ligeiramente pegajoso; sem estrutura pedogenética, maciço</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
D2	70 – (100)* cm , cinzento (2,5Y entre 6/1 e 5/1); limite entre franco argiloso e franco (micáceo); pegajoso

	<p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
Da4	<p>(100)* – 154 cm, areia franca; não pegajoso; presença de cascalho entre 140 e 154 cm; sem estrutura pedogenética, não coerente</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
D3	<p>154 – 180 cm, cinzento (2,5Y 5/1); franco argiloso (micáceo); pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade

*número entre parênteses indica profundidade imprecisa, aproximada

Perfil Transversal A - Ponto P5

Foto 10a - Sub-horizontes Bg1 (amostras da parte superior da foto) e Bg2 (amostras da parte inferior)

Foto 10b - Sub-horizonte Bg2 (19/26 a 33 cm)
Cor azul desenvolvida mediante a aplicação de ferricianeto de potássio, indicando a presença de Fe²⁺

Foto 10e - Camada de transição Do/Ab (50 a 60 cm)

Fotos 10c e 10d - Sub-horizonte Bg2 (19/26 a 33 cm)

Foto 10f - Camada Do (amostra da direita) e Camada D3 (amostra da esquerda)

Perfil Transversal A - Ponto P5

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
Ag	<p>0 – 7/10 cm, entre cinzento (10YR 5/1) e bruno acinzentado (10YR 5/2); argila siltosa (próximo do limite com a argila); pegajoso a muito pegajoso; estrutura fraca em grumos médios e grandes e em blocos subangulares médios que se desfazem em grânulos e em blocos pequenos; transição clara e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de agregados e de macroporos, com formato irregular e contraste proeminente • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de canais e cavidades biológicas (fauna e raízes), de tamanhos pequeno e médio e contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 15 a 20% - Cores das concentrações de Fe: bruno avermelhado (5YR 4/4), bruno avermelhado escuro (5YR 3/4) e vermelho amarelado (5YR4/6)
Bg1	<p>7/10 – 19/26 cm, entre cinzento brunado claro (10YR 6/2) e cinzento (10YR 6/1); argila (próximo da argila siltosa); pegajoso a muito pegajoso; preenchimentos em macroporos, com textura argilo-siltosa; estrutura fraca a sem estrutura pedogenética: grânulos pequenos associados à superfície de blocos e de macroporos, blocos grandes com formato irregular que em alguns casos se desfazem em grânulos pequenos e em blocos irregulares pequenos e médios, e em outros casos são maciços; transição abrupta e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe em cavidades e canais biológicos (fauna e raízes) e em preenchimentos de macroporos, de tamanhos pequeno e médio e contraste proeminente (esses canais biológicos e suas respectivas feições estão localizados tanto na superfície quanto no interior de blocos) • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de agregados e de macroporos, com formato irregular e contraste proeminente • Presença de uma concreção de Fe macia, de tamanho pequeno <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 25% de maneira geral, com algumas partes chegando a 50% - Cores das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 4/6), vermelho (2,5YR 4/6), vermelho escuro (2,5YR 3/6)

	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em poucas amostras, com média intensidade
Bg2	<p>19/26 - 33 cm, cinzento (entre 2,5Y 5/1 e Gleil 6/N); argila (próximo do limite com argila siltosa); muito pegajoso; blocos grandes com formato irregular que em alguns casos se desfazem em grânulos pequenos e em blocos irregulares pequenos e médios, e em outros casos são maciços; em algumas partes, grânulos pequenos estão presentes entre blocos; transição gradual e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de canais e cavidades biológicas (fauna), de tamanhos médio e grande e contraste proeminente • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de macroporos e de blocos/agregados, com tamanho médio e contraste proeminente • Em pequena quantidade, massas de Fe ao longo de canais de raízes, com tamanho pequeno e contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5% em uma das paredes da trincheira, e 15 a 20% na outra parede - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/6 e 6/8), bruno forte (7,5YR 5/6), vermelho amarelado (5YR 5/8), vermelho (2,5YR 4/6), vermelho escuro acinzentado (10R 3/4) <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
Bg3	<p>33 – 40/42 cm, cinzento (10YR entre 6/1 e 5/1); argila (próximo do limite com argila siltosa); muito pegajoso; estrutura fraca a sem estrutura pedogenética: blocos irregulares, que em alguns casos se desfazem em blocos menores com faces angulares e subangulares que funcionam como canais preferenciais de água, com brilho d'água; há também blocos maciços médios e grânulos pequenos e médios (em pequena quantidade)</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de macroporos e de blocos, com formato irregular, e arredondado a alongado, tamanho médio e contraste proeminente • Revestimentos/filmes de Fe ao longo de canais biológicos, tamanhos pequeno e médio e contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 8 a 15% - Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/6 e 5/8), vermelho amarelado (5YR 5/6) e entre vermelho e vermelho amarelado (entre 2,5YR 5/8 e 5YR 5/8) <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em quase todas as amostras, com intensidade

	média a forte
Ab	<p>40/42 – 50 cm, variegado: bruno acinzentado (10YR 5/2), cinzento (10YR 5/1) e entre bruno (7,5YR 4/2) e cinzento escuro (7,5YR 4/1); argila (próximo do limite com muito argiloso e argila siltosa); muito pegajoso; estrutura fraca a sem estrutura pedogenética: blocos irregulares que se desfazem em blocos menores, apresentando faces angulares e subangulares que funcionam como canais preferenciais de água, com brilho d'água; em alguns casos os blocos são maciços, e em outros se desfazem em blocos muito pequenos e grânulos pequenos e médios</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na superfície de blocos e no interior da matriz, em alguns casos presentes de forma dispersa e com contraste distinto, e em outros de forma mais concentrada com formato irregular a arredondado, tamanhos pequeno e muito pequeno e contrastes distinto e proeminente • Massas e filmes de Fe ao longo de canais de raízes, com tamanho muito pequeno e contrastes distinto e proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5% - Cores das concentrações de Fe: entre amarelo avermelhado e vermelho amarelado (5YR entre 6/8 e 5/8) e entre amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) e bruno forte (7,5YR 5/6) • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
A partir deste ponto, a coleta foi realizada com o trado, inviabilizando a descrição de alguns dos atributos morfológicos, como a estrutura e o padrão de feições hidromórficas, e também a transição entre horizontes	
DoAb	<p>50 – 60 cm, cinzento (7,5YR 5/1); entre argila e franco argiloso; pegajoso a muito pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe no interior da matriz, em alguns casos presentes de forma dispersa e com contraste distinto, e em outros de forma mais concentrada com formato irregular a arredondado, tamanhos pequeno e médio e contrastes distinto e proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/6) e bruno forte (7,5YR 5/6) • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade

Do	<p>60 – 80 cm, preto (Glei 1 2,5/N); franco argiloso (próximo da argila e argila siltosa); pegajoso a muito pegajoso</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de matéria orgânica (teor de matéria orgânica: 65 g/kg; teor de carbono orgânico: 37 g/kg)
Do/D	<p>80 – 90 cm, cinzento (2,5Y 5/1), com porções bruno acinzentadas (10YR 5/2); franco argiloso (próximo da argila e argila siltosa); pegajoso a muito pegajoso</p>
D/Do	<p>90 – 100 cm, entre cinzento escuro (10YR 4/1) e bruno acinzentado (10YR 5/2); franco argiloso (próximo da argila e argila siltosa); pegajoso a muito pegajoso</p>
D	<p>100 – 120 cm, cinzento escuro (10YR 4/1) e cinzento (10YR 5/1); argila (próximo do limite com franco argiloso); pegajoso a muito pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em algumas amostras, com fraca intensidade

Perfil Transversal A - Ponto AI

Foto 11 - Área de localização do ponto AI

Foto 11a - Camadas Do1 a H, coletadas por meio de cano de PVC

Foto 11b - Horizonte Hístico (70 a 90cm)

Perfil Transversal A - Ponto S2

Foto 12 - Horizonte Ag do ponto S2

Foto 12a - Horizonte Ag (0 a 17/26 cm)

Foto 12b- Camada de transição AgD1 (17/26 a 35 cm)

Perfil Transversal A - Ponto AI

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
O	<p>0 – 9 cm, camada formada por grande quantidade de matéria orgânica não decomposta, não sendo possível determinar a cor, textura ou estrutura</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade fraca • Acúmulo de matéria orgânica
Do1	<p>9 - 40 cm, cinzento escuro (10YR 4/1); franco (próximo de franco siltoso); ligeiramente pegajoso; sem estrutura pedogenética</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade fraca a média e média a forte (aumento gradual com a profundidade) • Acúmulo de matéria orgânica (teor de matéria orgânica: 92 g/kg; teor de carbono orgânico: 53 g/kg)
D	<p>40 – 52 cm, cinzento escuro (10YR 4/1) e entre cinzento (2,5Y 5/1) e cinzento escuro (2,5Y 4/1); franco argiloso, próximo do limite com o franco; pegajoso; sem estrutura pedogenética</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade fraca • Acúmulo de matéria orgânica (teor de matéria orgânica: 65 g/kg; teor de carbono orgânico: 37 g/kg)
Do2	<p>52 – 70 cm, preto (Glei 1 2,5/N); textura não determinada</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de matéria orgânica (teor de matéria orgânica: 95 g/kg; teor de carbono orgânico: 55 g/kg)
H (Hístico)	<p>70 – 90 cm, preto (Glei 1 2,5/N); franco</p>

	<p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de matéria orgânica (teor de matéria orgânica: 142 g/kg; teor de carbono orgânico: 82 g/kg) • Classificado como horizonte Hístico por possuir teor de carbono orgânico superior a 80g/kg e espessura de 20 cm
Do3	<p>90 – 113 cm, preto (Glei 1 2,5/N); textura não determinada</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de matéria orgânica (teor de matéria orgânica: 82 g/kg; teor de carbono orgânico: 48 g/kg)

Perfil Transversal A - Ponto S2

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
Ag	<p>0 – 17/26 cm, cinzento escuro (7,5YR 4/1 e 10YR 4/1), sendo que o matiz 10YR ocorreu nas amostras com Fe²⁺; franco argiloso; pegajoso; estrutura muito fraca a sem estrutura pedogenética: blocos irregulares maciços, médios e grandes, e algumas porções com blocos irregulares e subangulares muito pequenos e grumos pequenos; presença de areia lavada na superfície de blocos, em pequena quantidade; transição gradual e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos de Fe em canais biológicos, com tamanho pequeno e contraste proeminente • Presença de uma concreção de Fe, macia, de tamanho pequeno <p>- Quantidade das concentrações de Fe: < 2%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: bruno avermelhado (5YR 5/4) e entre bruno forte (7,5YR 5/6) e bruno (7,5YR 5/4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em aproximadamente 50% das amostras, com intensidade média
AgD1	<p>17/26 – 35 cm, cinzento escuro (2,5Y 4/1) e cinzento (2,5Y 5/1); franco argiloso; pegajoso; sem estrutura pedogenética: blocos maciços médios e grandes, e blocos médios e grandes que em alguns casos se desfazem com facilidade em blocos irregulares pequenos</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos de Fe na superfície de canais biológicos e de macroporos, com formatos irregular a arredondado e alongado, tamanhos pequeno e médio e contraste distinto a proeminente • Massas de Fe na superfície de blocos, com formato irregular e contraste distinto • Massas de Fe no interior de blocos, com formato irregular e contraste distinto <p>- Quantidade das concentrações de Fe: 5 a 8%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: bruno avermelhado (5YR 5/4) e entre bruno forte (7,5YR 5/6) e bruno (7,5YR 5/4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade média a forte
A partir deste ponto, a coleta foi realizada com o trado, inviabilizando a descrição de	

alguns dos atributos morfológicos, como a estrutura e o padrão de feições hidromórficas, e também a transição entre horizontes	
AgD2	<p>35 – 40/42 cm, entre cinzento (10YR 5/1) e cinzento escuro (10YR 4/1); entre franco argiloso e franco; pegajoso; sem estrutura pedogenética, maciço</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Concentrações de Fe na matriz, na forma de massas difusas em alguns casos, e em outros casos mais concentradas Presença de uma concreção de Fe, macia, de tamanho médio (aprox. 1 cm), cor amarelo avermelhado <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade das concentrações de Fe: aproximadamente 10% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR entre 6/6 e 6/8), bruno forte (7,5YR 5/6) e vermelho amarelado (5YR 5/8 e 5/6) Presença de Fe²⁺ em aproximadamente 50% das amostras, com intensidade média
D	<p>40/42 – 53/55 cm, variegado: bruno acinzentado (10YR 5/2), bruno acinzentado escuro (10YR 4/2) e cinzento escuro (10YR 4/1); textura variável: porções franco argilosas e outras franco arenosas; sem estrutura pedogenética</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Concentrações de Fe na matriz, na forma de massas difusas em alguns casos, e em outros casos mais concentradas <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade e cores das concentrações de Fe: não definidas
D/Do	53/55 – 60 cm, material apresenta porções com características das camadas subjacente e sobrejacente
Do1	<p>60 – 100 cm, preto (Glei 1 2,5/N); textura não determinada</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Acúmulo de matéria orgânica (teor de matéria orgânica do material de 60 a 80 cm: 125 g/kg; teor de carbono orgânico de 60 a 80 cm: 72 g/kg)
Do2	<p>100 – 160 cm, preto (Glei 1 2,5/N); textura não determinada</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u> Acúmulo de matéria orgânica (teor de matéria orgânica e carbono orgânico não determinados)</p>

Perfil Transversal A - Ponto V4

Foto 13 - Perfil do ponto V4
Foto tirada com a luz do *flash* da câmera fotográfica.
As fotos abaixo mostram os solos com suas cores originais, sob iluminação natural (sol)

Foto 13a - Horizonte Bi (29/31 a 42/45cm)

Foto 13b - Camada Do/B ou horizonte A enterrado (52 a 66 cm)

Perfil Transversal A - Ponto V5

Foto 14 - Perfil do ponto V5
Foto tirada com a luz do *flash* da câmera fotográfica

Perfil Transversal A - Ponto V4

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
A	<p>0 – 16/18 cm, entre bruno (10YR 4/3) e bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); textura não determinada; estrutura granular e estrutura em blocos médios e grandes que se desfazem em grânulos muito pequenos e pequenos, em grumos médios e em blocos subangulares muito pequenos; transição gradual e ligeiramente ondulada</p>
BA	<p>16/18 – 29/31 cm, bruno (10YR 4/3), com porções bruno acinzentadas (10YR 5/2); franco argilo-arenoso; pegajoso; sem estrutura pedogenética predominantemente: blocos irregulares maciços grandes, com grânulos muito pequenos entre os blocos; transição gradual e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na superfície de blocos e de macroporos, com formatos irregular a arredondado e alongado, tamanho pequeno a médio e contrastes distinto e proeminente - Quantidade de concentrações de Fe: 8 a 10% - Cor das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 5/8, 4/6 e 5/6)
Bi	<p>29/31 – 42/45 cm, variegado: cinzento brunado claro (10YR 6/2), bruno acinzentado (10YR 5/2), entre cinzento (7,5YR 5/1) e bruno (7,5YR 5/2), cinzento rosado (7,5YR 6/2) e cinzento (7,5YR 6/1); franco argilo-arenoso, próximo do limite com franco e franco arenoso; ligeiramente pegajoso; presença de areia distribuída de forma heterogênea no interior e na superfície de blocos; sem estrutura pedogenética: blocos irregulares maciços médios; transição gradual e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na superfície de blocos, com formato irregular e contrastes distinto e proeminente • Massas de Fe na matriz, com formato irregular, tamanho pequeno e contrastes distinto e proeminente • Em menor quantidade: revestimentos e concentrações de Fe na forma de <i>hypocoats</i>) ao longo de canais de raízes, com tamanho pequeno e contraste proeminente - Quantidade de concentrações de Fe: 8 a 15% - Cor das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 5/8, 4/6 e 5/6) e bruno forte (7,5YR 5/6)

B/Do ou B/Ab	42/45 – 52 cm , transição entre as características do horizonte sobrejacente e o subjacente; presença de porções arenosas; transição gradual e ligeiramente ondulada
Do/B ou Ab*	<p>52 – 66 cm, cinzento muito escuro (7,5YR 3/1); franco argiloso; pegajoso; sem estrutura pedogenética, maciço</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe ao longo de canais biológicos presentes no interior da matriz do solo, com tamanho muito pequeno e contraste proeminente • Massas de Fe no interior da matriz, com formato irregular, tamanho pequeno e contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 5% - Cor das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 5/6 e 5/8), amarelo avermelhado (7,5YR 6/6 e 6/8) e bruno forte (7,5YR 5/6)
Do	<p>66 – 96/100 cm, preto (entre 10 YR 2/1 e Glei 1 2,5/N); entre franco argiloso e argila</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de matéria orgânica (teores de matéria orgânica e carbono orgânico não determinados)
H	<p>96/100 - 120 cm, preto (Glei 1 2,5/N); franco argiloso</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de matéria orgânica (teor de matéria orgânica: 147 g/kg; teor de carbono orgânico cm: 85 g/kg) • Classificado como horizonte Hístico por possuir teor de carbono orgânico superior a 80g/kg e espessura superior a 20 cm
Do ou H	<p>120 -150 cm, preto (Glei 1 2,5/N);</p> <p><u>Propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acúmulo de matéria orgânica (teores de matéria orgânica e carbono orgânico não determinados, mas aparentemente são tão altos quanto os do horizonte sobrejacente, de modo que possivelmente este horizonte trate-se de horizonte Hístico também)

* não há certeza se esse horizonte consiste em um horizonte Ab (A enterrado) ou em uma camada de transição entre o horizonte B e a camada de material organomineral

Perfil Transversal A - Ponto V5

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
A	0 - 6/8 cm, bruno (10YR 4/3, úmido); estrutura granular muito pequena e grumosa pequena e média; transição gradual e ligeiramente ondulada
AB	6/8 – 13/16 cm, bruno (10YR 4/3, úmido); estrutura granular muito pequena e pequena e estrutura fraca em blocos médios e grandes que se desfazem em blocos subangulares muito pequenos e em grumos médios; transição gradual e ondulada
Bi1	13/16 – 24/27 cm, bruno amarelado escuro (10YR 4/4, úmido); estrutura fraca em blocos que se desfazem em grânulos muito pequenos e pequenos e em blocos irregulares pequenos e médios, e presença de grânulos entre blocos; transição gradual e ligeiramente ondulada
Bi2	<p>24/27 – 37/43 cm, bruno amarelado escuro (10YR 4/4, úmido); estrutura fraca e porções sem estrutura pedogenética: blocos que se desfazem em grânulos muito pequenos e pequenos e em blocos irregulares pequenos e médios, grânulos entre blocos, e blocos maciços grandes; transição gradual e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na superfície de blocos e no interior dos mesmos, com formato irregular e irregular a arredondado e contraste distinto - Quantidade de concentrações redox: < 2% - Cores das concentrações redox: vermelho amarelado (5YR 5/6)
Bi3	<p>37/43 – 53/56 cm, bruno amarelado escuro (10YR 4/4, úmido); estrutura fraca e porções sem estrutura pedogenética: blocos que se desfazem em grânulos muito pequenos e pequenos e em blocos irregulares pequenos e médios, grânulos entre blocos, e blocos maciços grandes; gradual e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na superfície de blocos e no interior dos mesmos, com formato irregular e contraste difuso a distinto • Em menor quantidade: massas de Fe concentrações de Fe (na forma de <i>hypocoats</i>) ao longo de canais de raízes, tamanho pequeno e contraste distinto - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5%

	- Cores das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 5/6 e 5/8) e bruno forte (7,5YR 5/6)
Não class.*	<p>53/56 - 73 cm, bruno (entre 7,5YR 4/3 e 10YR 4/3, úmido), bruno (7,5YR 4/2) e algumas poucas porções de cinzento (2,5Y 6/1); estrutura fraca a sem estrutura pedogenética: blocos grandes que se desfazem com facilidade em blocos irregulares pequenos, os quais em alguns casos apresentam faces lisas e retilíneas com brilho d'água e geralmente são maciços, e em outros casos se desfazem em grumos pequenos</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe na superfície de blocos e dispersas no interior dos mesmos, com formato irregular e contraste difuso a distinto • Em menor quantidade, revestimentos de Fe na superfície de blocos e macroporos, com formato irregular a arredondado, tamanho médio e contraste proeminente <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 5 a 15%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 4/6), vermelho (2,5YR 4/6) e vermelho escuro (2,5YR 3/6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Depleções de Fe pouco individualizadas, cor cinzento (2,5Y 6/1), com contraste difuso
A partir deste ponto, a coleta foi realizada com o trado, inviabilizando a descrição de alguns dos atributos morfológicos, como a estrutura e o padrão de feições hidromórficas, e também a transição entre horizontes	
Não class.*	<p>73 – 90/92 cm, bruno (7,5 YR 4/3);</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentrações de Fe dispersas na matriz, com formato irregular e contraste difuso <p>- Quantidade de concentrações de Fe: aproximadamente 8%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 4/6)</p>
/Da	90/92 – 110/112 cm, características de transição entre a camada sobrejacente e a camada Da subjacente
Da1	110/112 – 125 cm, cinzento (10YR 6/1 e 5/1); areia franca, com sensação de areia média selecionada; não pegajoso

* Camadas não classificadas, pois não há certeza se tratam-se de horizontes Ab, camadas de transição ou material proveniente da vertente que se misturou ao horizonte Ab

Perfil Transversal B - Ponto V1

Foto 16a - Horizontes de transição AB e BgA e sub-horizonte Bg1

Foto 16b - Sub-horizonte Bg1 (20/21 a 43cm)

Foto 16c - Sub-horizonte Bg2 (43 a 54/57 cm)
Foto da parede da trincheira sob iluminação do flash da câmera fotográfica

Perfil Transversal B - Ponto V1

Horizontes	Descrição morfológica
A	<p>0 – 9/11 cm, bruno escuro (7,5YR 3/2) e bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); franco-argilo-arenoso; ligeiramente pegajoso; estrutura grumosa, com grumos grandes que se desfazem em pequenos e muito pequenos; transição clara e ondulada</p>
AB	<p>9/11 – 15/17 cm, bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); limite entre franco argilo-arenoso e franco; ligeiramente pegajoso; estrutura em blocos pequenos e médios que se desfazem em grumos médios a muito pequenos, e em blocos subangulares pequenos; transição gradual e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes e massas de Fe na superfície de canais de raízes, de macroporos e de agregados, com tamanhos pequeno e muito pequeno e contraste proeminente • Massas de Fe no interior da matriz, com formato arredondado, tamanho pequeno e contraste proeminente <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 5 a 8%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: bruno avermelhado (5YR 4/4), vermelho amarelado (5YR 4/6) e vermelho amarelado (5YR 5/6)</p>
BgA	<p>15/17 – 20/21 cm, bruno acinzentado (10YR 5/2) e cinzento claro (2,5Y 7/2 e 7/1); limite entre franco argiloso e franco; ligeiramente pegajoso a pegajoso; cavidades de mesofauna preenchidos com material do horizonte sobrejacente; transição clara e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe no interior da matriz, com formato irregular, tamanhos pequeno e médio e contraste proeminente • Massas de Fe ao longo de canais biológicos, com tamanho muito pequeno, e na superfície de agregados, com tamanhos pequeno e muito pequeno; contraste proeminente <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 5 a 8%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/6 e 5/8)</p>
Bg1	<p>20/21 – 43 cm, cinzento claro (2,5Y 7/2); franco-argilo-arenoso (próximo de argila arenosa); ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição gradual e</p>

	<p>ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe ao longo de canais biológicos, com tamanho muito pequeno, e na superfície de agregados, com tamanhos pequeno e muito pequeno; contraste proeminente • Massas de Fe no interior da matriz, com formato irregular, tamanho pequeno e contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 5 a 10% - Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/6) e amarelo avermelhado (7,5YR 6/6)
Bg2	<p>43 – 54/57 cm, cinzento claro (2,5Y 7/2 e 7/1); franco-argilo-arenoso; ligeiramente pegajoso; transição gradual e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe disseminadas na matriz, em alguns casos com formato irregular e tamanhos médio e grande, e em outros com formato arredondado e tamanho médio; contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 30 a 40% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/6 e 6/8)
CgB	<p>54/57 – 65 cm, cinzento esverdeado claro (Glei 1 7/10Y) e as cores das massas de Fe descritas abaixo; franco (micáceo); não pegajoso; sem estrutura pedogenética, maciço;</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe disseminadas na matriz, em alguns casos com formato irregular e de difícil delimitação, e em outros com formatos arredondado e alongado e tamanhos médio e grande; contraste proeminente • Cores glei na matriz <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 40 a 50% - Cores das massas de Fe: amarelo brunado (10YR 6/6) e amarelo (10YR 7/6)
Cg1	<p>65 – 120 cm, cinzento claro (5Y 7/2), cinzento esverdeado claro (Glei 1 7/10Y e Glei 1 7/5GY), e as cores das massas de Fe descritas abaixo;</p>

	<p>limite entre franco arenoso e franco (micáceo); não pegajoso; sem estrutura, maciço; presença de feldspato em quantidade significativa</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cores glei na matriz • Massas de Fe disseminadas na matriz, em alguns casos com formato irregular e de difícil delimitação, e em outros com formatos arredondado e alongado e tamanhos médio e grande; contraste proeminente • As concentrações de Fe e as cores da matriz estão associadas tanto a condições de hidromorfia quanto à distribuição do Fe na estrutura da rocha <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 40% - Cores das massas de Fe: amarelo brunado (10YR 6/6 e 6/8), amarelo (10YR 7/8, 7/6 e 2,5Y 7/6) e amarelo oliva (2,5Y 6/6)
Cg2	<p>120 – 160/170 cm, cinzento (5Y 6/1) e cinzento esverdeado (Glei 1 6/10Y); franco, próximo de franco siltoso (micáceo); não pegajoso; presença de mosqueados relacionados à estrutura da rocha</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade
Cg3	<p>160/170 – 210+ cm, cinzento (5Y 5/1) e cinzento esverdeado (Glei 1 6/10Y); franco, próximo de franco siltoso (micáceo); não pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade • Pedacos de matéria orgânica não decomposta

Perfil Transversal B - Ponto V2

Foto 17 - Perfil do ponto V2

Profundidade (cm)	
0	A
25/27	AB
35/36	Bg
51	CgBg
58	Cg1
67/70	
	Cg2
100/102	Cg3
114	Cg4
126	

Escala: 1:20

Foto 17a - Horizonte Bg (35/36 a 51 cm)

Foto 17b- Horizonte Cg1 (58 a 67/70 cm)
Presença de porções de matéria orgânica não decomposta

Perfil Transversal B - Ponto V2

Horizontes	Descrição morfológica
A	<p>0 – 25/27 cm, bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); limite entre franco argilo-arenoso e franco arenoso; não pegajoso; estrutura pedogenética fraca a sem estrutura pedogenética: blocos médios maciços e blocos que se desfazem em grumos pequenos e médios e em blocos irregulares pequenos; transição clara e ligeiramente ondulada</p>
ABg	<p>25/27 – 35/36 cm, cinzento (10YR 5/1); limite entre franco argilo-arenoso e franco arenoso; não pegajoso; sem estrutura pedogenética: blocos médios maciços e blocos médios e grandes que se desfazem em blocos irregulares menores; presença de grumos entre blocos; transição clara e plana</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes e massas de Fe ao longo de canais de raízes, e na superfície de macroporos e de blocos, com tamanhos pequeno e muito pequeno e contraste proeminente • Massas de Fe no interior da matriz, com formato irregular e contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 2 a 5% - Cores das concentrações de Fe: amarelo brunado (10YR 6/6) e bruno forte (7,5YR 5/6)
Bg	<p>35/36 – 51 cm, cinzento claro (10YR 7/1); limite entre franco argilo-arenoso e franco arenoso; não pegajoso; sem estrutura pedogenética; transição clara e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe no interior da matriz, com formato arredondado e tamanho pequeno e médio, e com formato irregular; contraste proeminente • Em menor quantidade: massas de Fe ao longo de canais de raízes, com tamanhos muito pequeno e pequeno e contraste proeminente <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: 5 a 10% - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 7/8 e 6/8) e amarelo (10YR 7/8)
CgBg	<p>51-58 cm, cinzento claro (2,5Y 7/1) e cinzento esverdeado claro (glei 1 7/10GY); franco (micáceo); porções franco siltosas distribuídas na matriz;</p>

	<p>ligeiramente pegajoso; sem estrutura pedogenética; transição clara e plana</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes e massas de Fe ao longo de canais de raízes <ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: < 1% - Cores das concentrações de Fe: amarelo (10YR 7/6) • Presença de Fe²⁺ nas porções com textura mais siltosa, com intensidade fraca e média
Cg1	<p>58 – 67/70 cm, cinzento claro (2,5Y 6/2); franco siltoso (muito micáceo); ligeiramente pegajoso a pegajoso; sem estrutura pedogenética, maciço</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com forte intensidade • Pedacos de matéria orgânica não decomposta
A partir deste ponto, a coleta foi realizada com o trado, inviabilizando a descrição da transição entre horizontes	
Cg2	<p>67/70 – 100/102 cm, entre cinzento claro (10YR 7/2) e cinzento brunado claro (10YR 6/2); franco; não pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedacos de matéria orgânica não decomposta
Cg3	<p>100/102 – 114 cm, entre cinzento claro (2,5Y 7/2) e cinzento brunado claro (2,5Y 6/2); franco arenoso; não pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedacos de matéria orgânica não decomposta
Cg4	<p>114 - 126 cm, entre cinzento claro (2,5Y entre 7/1 e 7/2); franco arenoso; não pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedacos de matéria orgânica não decomposta

Perfil Transversal B - Ponto F1

Foto 18a - Camada D1 (0 a 15/17cm)

Foto 18c - Material em estado fluído entre 106 e 130/135 cm

Foto 18b - Camada D4, amostra coletada com trado tipo caneco

Foto 18d - Camada Do3 (130/135 a 165 cm)

Perfil Transversal B - Ponto F1

Camadas	Descrição morfológica
D1	<p>0 – 15/17 cm, cinzento (2,5Y 5/1); franco argiloso; pegajoso; sem estrutura pedogenética: blocos grandes que se desfazem em blocos irregulares menores, e blocos maciços médios e grandes</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de agregados e de macroporos, com formado irregular e irregular a arredondado, tamanhos pequeno e médio e contraste proeminente • Massas de Fe ao longo de canais de raízes e no interior da matriz, com tamanho pequeno e contraste proeminente <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 5%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 4/6), vermelho (2,5YR 4/8) e vermelho escuro (2,5YR 3/6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade média
A partir desta profundidade a coleta foi realizada com o trado, inviabilizando a descrição de alguns dos atributos morfológicos, como a estrutura, alguns aspectos das feições redoximórficas e a transição entre horizontes	
D2	<p>15/17 – 25 cm, cinzento (2,5Y 6/1), com pequenas porções cinzento claras (2,5Y 7/1); limite entre franco argilo-arenoso e franco argiloso; pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe <p>- Quantidade de concentrações de Fe: < 2%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: vermelho amarelado (5YR 5/6) e bruno forte (7,5YR 5/8)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade forte
D3	<p>25 – 35/38 cm, cinzento escuro (7,5YR 4/1); argila (próximo de franco argiloso); pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe

	<ul style="list-style-type: none"> - Quantidade de concentrações de Fe: não determinada - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (7,5YR 6/8), e bruno forte (7,5YR 5/8) <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade forte
D4	<p>35/38 – 47/50 cm, cinzento (7,5YR 5/1 e 10YR 5/1); argila (próximo de muito argiloso); muito pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe - Quantidade de concentrações de Fe: não determinada - Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/8 e 5/6) • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade forte
D5	<p>47/50 – (61)* cm, cinzento (7,5YR 5/1 e 10YR 5/1); argila (próximo de muito argiloso); muito pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas de Fe • Concreções de Fe, pequenas e macias - Quantidade de concentrações de Fe: não determinada - Cores das concentrações de Fe: amarelo avermelhado (5YR 6/8 e 7/8) e vermelho amarelado (5YR 5/8) • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade média
Do1	<p>(61)* – (86)* cm, cinzento muito escuro (10YR 3/1 e 2,5Y 3,1); muito argiloso; muito pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Concreções de Fe, pequenas e macias, em pequena quantidade <p><u>Outras propriedades hidromórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Porções de matéria orgânica não decomposta

Do2	(86)* – 106 cm, cinzento muito escuro (entre 2,5Y 3/1 e glei 1 3/N); entre argila e franco argiloso; pegajoso a muito pegajoso
---	106 – 130/135 cm, sem informação, não foi possível coletar material nesse intervalo
Do3	130/135 – 165 cm, preto (glei 1 2,5/N); franco argiloso

*Valores entre parênteses indicam profundidade imprecisa, aproximada

Perfil Transversal B - Ponto F2

Foto 19 - Perfil do ponto F2 sob iluminação do *flash* da câmera fotográfica

Profundidade (cm)	
0	A
9/11	AB g
18/22	Bg
40/42	DaBg
53	Da
65	Da/Doa
80	s/ inform.
105	Doa1
135	Doa2
165	

Escala: 1:20

Foto 19a - Horizonte Bg (18/22 a 40/42cm)
Amostra sob iluminação do *flash* da câmera fotográfica

Foto 19b - Camada de transição DaBg
Amostra sob iluminação natural

Perfil Transversal B - Ponto F2

Horizontes/ Camadas	Descrição morfológica
A	0 – 9/11 cm, bruno acinzentado escuro (10YR 4/2); franco argilo arenoso; ligeiramente pegajoso; estrutura fraca em blocos médios e grandes que se desfazem em grumos pequenos e médios e em blocos subangulares pequenos; transição clara e ligeiramente ondulada
AB	<p>9/11 - 18/22 cm, entre cinzento (10YR 5/1) e bruno acinzentado (10YR 5/2); franco argilo arenoso, próximo de franco; ligeiramente pegajoso; estrutura pedogenética fraca a sem estrutura pedogenética: blocos pequenos e médios maciços e blocos médios que se desfazem em blocos irregulares menores e em grânulos pequenos e muito pequenos; transição clara e ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de canais biológicos (raízes e fauna), com tamanhos pequeno e médio e contraste proeminente <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 10 a 15%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/6 e 4/6)</p>
Bg	<p>18/22 – 40/42 cm, entre cinzento (2,5Y 6/1) e cinzento claro (2,5Y 7/1); franco argilo arenoso, próximo de franco arenoso; ligeiramente pegajoso a pegajoso; sem estrutura pedogenética: blocos pequenos e médios maciços e blocos médios que se desfazem em blocos irregulares menores; presença de grumos pequenos e médios entre blocos; transição clara e ligeiramente ondulada</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimentos/filmes de Fe na superfície de canais biológicos (raízes e fauna) e de outros macroporos, com tamanhos pequeno e médio e contraste proeminente • Massa de Fe e concentrações de Fe na forma de <i>hypocoats</i> ao longo de canais de raízes, com tamanhos pequeno e médio e contraste proeminente • Massas de Fe na superfície de blocos e disseminadas na matriz, com formato irregular e contraste proeminente <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 30 a 35%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 4/6, 5/6 e 5/8), vermelho amarelado (5YR 5/8 e 4/6) e vermelho (2,5YR 4/6)</p>

DaBg	<p>40/42 - 53 cm, cinzento (10YR 6/1); limite entre franco arenoso e franco argilo arenoso; ligeiramente pegajoso; sem estrutura pedogenética</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Massas e revestimentos/filmes de Fe ao longo de canais de raízes, com contraste proeminente • Massas de Fe disseminadas na matriz, com formato irregular e contraste proeminente <p>- Quantidade de concentrações de Fe: 5 a 10%</p> <p>- Cores das concentrações de Fe: bruno forte (7,5YR 5/6) e bruno amarelado (10YR 5/8 e 5/6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ na maior parte das amostras, com forte intensidade
Da	<p>53 – 65 cm, cinzento (2,5Y 6/1); limite entre franco arenoso e franco argilo arenoso; não pegajoso; sem estrutura pedogenética, material não coerente</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade média
Da/Doa	<p>65 – (80)* cm, cinzento escuro (2,5Y 4/1 e glei 1 4/N) e cinzento (2,5Y 5/1); franco argilo-arenoso; ligeiramente pegajoso a pegajoso</p> <p><u>Feições redoximórficas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de Fe²⁺ em todas as amostras, com intensidade média
---	<p>80 - 105 cm, sem informação, não foi possível coletar material nesse intervalo</p>
Doa1	<p>105 – 135 cm, preto (glei 1 2,5/N); entre franco arenoso e franco argilo-arenoso; sensação de areia grossa e muito grossa</p>
Doa2	<p>105 – 135 cm, preto (glei 1 2,5/N); franco arenoso, sensação de areia média</p>

*Valores entre parênteses indicam profundidade imprecisa, aproximada

9.3 Proposta de classificação dos solos e depósitos segundo graus de hidromorfia

Este item apresenta uma proposta de classificação dos horizontes pedogenéticos e camadas de acordo com graus de hidromorfia, desenvolvida com base na análise das propriedades hidromórficas encontradas nos setores estudados.

Cada grau de hidromorfia corresponde a um determinado padrão de propriedades hidromórficas, produzido por um regime de saturação hídrica específico, ou seja, por determinado tempo de duração e frequência da saturação hídrica. Solos com graus de hidromorfia mais elevados possuem propriedades hidromórficas mais acentuadas, por permanecerem mais tempo sob condições de saturação hídrica ou passarem por essas condições com maior frequência, quando comparados a solos classificados de acordo com graus de hidromorfia mais baixos, que possuem propriedades hidromórficas menos acentuadas.

Os atributos que foram adotados como critérios para a definição dos graus de hidromorfia consistiram nos seguintes:

- Cor da matriz do solo, mais especificamente suas propriedades “croma” e “valor”;
- Presença de depleções de Fe;
- Presença de concentrações de Fe;
- Ocorrência de ferro em estado reduzido (Fe^{2+});
- Presença de fragmentos de matéria orgânica não decomposta (restos vegetais);
- Feições de acúmulo de matéria orgânica (indicadas pela cor muito escura ou preta);

A maioria desses atributos apresenta gradações de intensidade e de quantidade, que refletem as gradações do regime de saturação hídrica (a maior ou menor duração e frequência dos eventos de saturação), e por isso foram considerados indicadores adequados desse regime.

A partir dos critérios elencados, foram definidos os graus de hidromorfia apresentados no quadro 14, com suas propriedades hidromórficas correspondentes. O quadro apresenta as classes em ordem crescente de intensidade, ou seja, de graus de hidromorfia mais baixos, associados a propriedades hidromórficas menos acentuadas, para graus mais elevados, que representam propriedades hidromórficas mais acentuadas.

Na sequência do quadro são apresentadas algumas explicações a respeito dos graus de hidromorfia propostos e de suas respectivas propriedades hidromórficas.

Graus de hidromorfia	Propriedades hidromórficas	Página da cartela Munsell com a indicação dos cromas e valores
1	<p>Presença de concentrações de Fe em matriz que apresenta cores com croma 4 e valor ≥ 5, ou a combinação valor 5/ croma 3</p> <p>Obs.: Essas cores da matriz, por si só, não consistem em propriedades hidromórficas. É a presença de concentrações de Fe que confere ao solo um grau de hidromorfia.</p>
2	<p>Presença de depleções de Fe com croma 2, em uma matriz de solo que apresenta cores com croma 3, entre 3 e 4, croma 4, e croma 6, conferindo aspecto de redistribuição do Fe.</p> <p>O valor deve ser ≥ 6.</p>
3	<p>A matriz do solo apresenta cores com croma 3.</p> <p>Pode ou não apresentar depleções de Fe, com cromas 1 e/ou 2, em pequena quantidade (até aprox. 15% do total da matriz).</p> <p>O valor deve ser ≥ 6.</p>
4	<p>A matriz do solo apresenta cores com croma 2, ou croma <u>entre</u> 2 e 3.</p> <p>Pode ou não apresentar depleções de Fe, com croma 1.</p> <p>O valor deve ser ≥ 6.</p> <p>*Em alguns casos os materiais classificados de acordo com esse grau podem apresentar porções com croma 3, mas em pequena quantidade, de modo que predominam na matriz as cores com croma 2, ou entre 2 e 3.</p>

Quadro 14 – Graus de hidromorfia e suas respectivas propriedades hidromórficas

4	<p>A matriz do solo apresenta predominantemente cores com croma 3, ou croma <u>entre</u> 2 e 3. O <i>horizonte está localizado imediatamente acima de um horizonte com ferro reduzido (Fe^{2+})</i>.</p> <p>Pode ou não apresentar depleções de Fe, com cromas 1 e/ou 2.</p> <p>O valor deve ser ≥ 6.</p> <p>*Em alguns casos os materiais classificados de acordo com esse grau podem apresentar porções com croma 4, mas não de forma predominante.</p>
5	<p>A matriz do solo apresenta cores com croma 1, ou croma <u>entre</u> 1 e 2.</p> <p>O valor deve ser ≥ 6, ou ≥ 5 se o croma for 1.</p>
5	<p>A matriz apresenta cores glei, com valor ≥ 5.</p>		
6	6.1	Presença de algumas porções com Fe^{2+} (ocupando até aprox. 15% da matriz) em uma matriz predominantemente não reduzida.	
	6.2	Presença de porções com Fe^{2+} em quantidade significativa, ocupando aprox. de 15% até a maior parte da matriz de um horizonte/camada.	
7	Matriz reduzida (presença de Fe^{2+}) em todo o horizonte/camada.		
7	<p>Presença de fragmentos de matéria orgânica não totalmente decompostos (restos vegetais como raízes, folhas, caule) em matriz com cores glei ou com croma 1 e valor ≥ 5.</p> <p>Obs.: Aplica-se a horizontes ou camadas subsuperficiais, e não a horizontes superficiais (horizontes A/O) que normalmente contém pedaços de matéria orgânica não decomposta.</p>		
(7)	Camada de material organomineral com cor muito escura ou preta (valor ≤ 4 e croma 1).		

Quadro 14 (continuação) – Graus de hidromorfia e suas respectivas propriedades hidromórficas. Observações: (i) A página 10YR da cartela de cores Munsell foi utilizada como exemplo, mas os graus propostos também podem ser aplicados a solos com matizes 2,5Y, 5Y e 7,5YR, além de cores glei; (ii) Os graus 4, 5 e 7 aparecem mais de uma vez no quadro cada um. Isso significa que atribuiu-se o mesmo grau de hidromorfia a propriedades hidromórficas distintas, por considerar-se que possuíam certa equivalência sob o aspecto da hidromorfia; (iii) O grau 6 foi subdividido em 6.1 e 6.2, o que expressa uma gradação de intensidade em relação às suas propriedades hidromórficas; (iv) Conferiu-se aos materiais organominerais uma equivalência *provável* com o grau 7 de hidromorfia, conforme explicado adiante.

A partir da análise do quadro observa-se, por exemplo, que um horizonte que possui matriz com croma 1 (p. ex., 10YR 7/1), apresenta grau de hidromorfia mais elevado do que um horizonte que possui matriz com croma 3 e depleções com croma 2 (p. ex, matriz 10YR 7/3 e depleções 2,5Y 7/2). No primeiro caso, o solo esteve sob condições de saturação hídrica durante períodos de tempo mais longos, suficientes para reduzir (e eventualmente remover) praticamente todo o ferro da matriz do solo nesse horizonte. Nesse sentido, a matriz toda pode ser considerada uma depleção de Fe. Já no segundo caso (da matriz com croma 3 e depleções com croma 2), o solo permaneceu sob condições de saturação durante períodos mais curtos, suficientes para desencadear a redução e remoção do ferro de forma mais intensa apenas em algumas partes do horizonte, gerando as depleções de Fe somente em algumas porções.

A presença de ferro em estado reduzido (Fe^{2+}) nos solos e depósitos foi considerada como um indicador de graus mais elevados de hidromorfia porque revela que o ambiente encontra-se em condições quimicamente redutoras, as quais ocorrem quando o solo está saturado em água e o oxigênio foi esgotado. Assim, os horizontes ou camadas que apresentaram Fe^{2+} foram classificados com os graus 6.1, 6.2, ou o grau máximo 7, dependendo da quantidade de porções com Fe^{2+} em relação ao total do horizonte ou camada¹. Conforme será exemplificado adiante na discussão dos resultados, o Fe^{2+} pode ocorrer não somente abaixo do nível do lençol freático, mas também acima do mesmo, em horizontes que se encontram saturados ou em condições muito próximas da saturação hídrica com água capilar.

¹ Entre os horizontes ou camadas que apresentaram Fe^{2+} , foram observadas diferenças em relação à intensidade da cor azul produzida quando da aplicação do ferricianeto de potássio. Na maioria dos casos, foram observadas as seguintes relações: (i) nos horizontes/camadas com matriz predominantemente não reduzida (grau 6.1), as porções com Fe^{2+} desenvolveram cor azul com intensidade fraca ou fraca a média; (ii) nos horizontes/camadas com matriz significativamente reduzida (6.2), as porções com Fe^{2+} desenvolveram cor azul com intensidade média ou forte; (iii) os horizontes/camadas com matriz reduzida por inteiro (grau 7) desenvolveram cor azul média ou forte. Entretanto, outras combinações também foram observadas em alguns poucos casos, como por exemplo horizontes/camadas com matriz reduzida por inteiro (grau 7) e desenvolvimento da cor azul com fraca intensidade. A intensidade da cor azul produzida pelo ferricianeto de potássio não foi, portanto, utilizada como critério na definição dos graus de hidromorfia, embora tenha-se observado uma relação entre esse parâmetro e a quantidade de porções com Fe^{2+} em relação ao total do horizonte/camada.

Os horizontes ou camadas que apresentaram fragmentos de matéria orgânica não decomposta ou mal decomposta, tais como raízes, folhas e caule, também foram classificados de acordo com o grau máximo de hidromorfia. Na área de estudo, esses pedaços vegetais foram encontrados em horizontes ou camadas que apresentaram Fe^{2+} ou que estavam localizados abaixo do lençol freático, revelando assim sua associação com condições de saturação hídrica prolongadas ou permanentes.

É importante mencionar que parte dos graus de hidromorfia propostos se aplica a solos que possuem cores com valor igual ou superior a 5 ou a 6, dependendo do caso, conforme indicado nas figuras da cartela Munsell presentes ao lado de cada grau de hidromorfia. Solos com cores que possuem valores mais baixos (por exemplo, 10YR 4/2) são mais escuros, devido à presença de matéria orgânica, e não permitem a expressão de cores com baixo croma ou glei, impossibilitando a identificação de depleções de Fe. Em alguns casos também não é possível identificar visualmente concentrações de Fe em solos mais escuros².

Desta maneira, no caso dos horizontes A e dos horizontes de transição AB, não foi possível utilizar as cores do solo na identificação de seus graus de hidromorfia, pelo fato de serem escuras. Entretanto, foi possível identificar concentrações de Fe na forma de revestimentos/filmes nos horizontes A de alguns dos pontos estudados, demonstrando assim que tais horizontes estão sujeitos a condições de saturação hídrica. Assim, a atribuição do grau de hidromorfia a esses horizontes foi realizada da seguinte maneira: os horizontes A que apresentaram concentrações de Fe foram classificados com uma classe mais baixa em relação ao grau de hidromorfia do horizonte imediatamente subjacente. Assim, por exemplo, se o horizonte imediatamente subjacente (AB, BA ou B) apresentou grau de hidromorfia 4, atribuiu-se ao horizonte A o grau de hidromorfia 3.

Esse critério de classificação dos horizontes A somente não pode ser aplicado nos casos em que os horizontes imediatamente subjacentes são menos permeáveis. Nesses casos, a água oriunda da precipitação e/ou das inundações

2 As feições redoximórficas mais facilmente identificáveis nos solos escuros são as concentrações de Fe na forma de revestimentos/filmes e os nódulos e concreções. Já as depleções de Fe e as massas de Fe são de difícil identificação em solos escuros.

fluviais nas planícies permanece mais tempo no horizonte A, como um lençol suspenso temporário, em comparação ao horizonte subjacente. Desta forma, o horizonte A potencialmente tem condições de apresentar um grau de hidromorfia mais elevado em relação ao horizonte subjacente. Nesta pesquisa, os pontos que apresentaram horizontes A com concentrações de Fe não se enquadram nesse caso, e por isso puderam ser classificados de acordo com o critério mencionado.

Com relação à atribuição do grau de hidromorfia dos materiais organominerais, cabe apresentar algumas considerações importantes a esse respeito. Os materiais organominerais e as feições redoximórficas consistem ambos em propriedades hidromórficas, porém de diferentes naturezas. Por essa razão, deve-se ter cautela ao juntar, em uma mesma proposta de classificação de graus de hidromorfia, propriedades de naturezas distintas. Considerando que a grande maioria dos graus de hidromorfia aqui propostos baseia-se em gradações apresentadas pelas feições redoximórficas, considerou-se adequado atribuir aos materiais organominerais uma equivalência *provável* a um desses graus. Desta forma, atribuiu-se aos materiais organominerais uma equivalência provável ao grau máximo de hidromorfia (7), pelo fato de que esses materiais geralmente são formados em ambientes que permanecem saturados em água, até a superfície, durante longos períodos de tempo (a maior parte do ano).

Ainda a respeito dos graus de hidromorfia propostos, é importante esclarecer que os horizontes ou camadas classificados com os graus de hidromorfia 2 a 7 podem também apresentar concentrações de Fe, e, de fato, a maioria dos horizontes ou camadas com esses graus apresentou essas concentrações.

Com relação ao aspecto “quantidade” de concentrações de Fe, ele serviu como um indicador da oscilação do lençol freático ou suspenso, e da frequência com que esse processo ocorre. Assim, considerou-se que horizontes ou camadas com concentrações de Fe em abundância possuem uma hidrodinâmica caracterizada por oscilações frequentes do lençol, com alternância entre condições redutoras e oxidantes, enquanto horizontes com pequena quantidade de concentrações de Fe possuem uma hidrodinâmica caracterizada por oscilações menos frequentes. Esse aspecto (quantidade de concentrações de Fe) não foi inserido no quadro que relacionou os graus de hidromorfia às propriedades hidromórficas (quadro 14), ou seja, não foi considerado um critério para a definição

dos graus de hidromorfia. Porém, ele foi considerado durante as análises e interpretações referentes ao regime hídrico dos perfis estudados, servindo como indicador da frequência dos eventos de saturação associados à oscilação do lençol.

Alguns horizontes e camadas dos perfis estudados não foram classificados de acordo com graus de hidromorfia, mesmo tendo apresentado feições redoximórficas. Isso ocorreu principalmente nos casos em que havia horizontes A enterrados e em zonas de transição entre materiais de diferentes características. Nesses casos, as cores predominantes eram mais escuras, possuindo cromas iguais ou inferiores a 5, ou eram variegadas devido à mistura entre diferentes tipos de materiais, não apresentando um padrão bem definido. Essas características inviabilizaram a identificação de padrões de cores que pudessem ser associados a um grau de hidromorfia específico.

Alguns aspectos das propriedades hidromórficas não foram considerados como parâmetros adequados para definir graus de hidromorfia, pois percebeu-se que não possuíam necessariamente relação direta com o tempo de duração ou com a frequência da saturação hídrica. Esse foi o caso, por exemplo, dos parâmetros “localização”, “tipo”, “tamanho” e “formato” das concentrações de Fe. Nesses casos, observou-se que esses aspectos possuíam maior relação com a estrutura do solo e com a atividade biológica do que propriamente com o tempo de duração da saturação hídrica.

9.3.1 Informações complementares que auxiliaram na definição dos graus de hidromorfia

Além das propriedades hidromórficas, outras informações obtidas a partir dos levantamentos de campo, como a declividade do terreno e a granulometria dos solos e depósitos, auxiliaram no processo de identificação dos graus de hidromorfia da área de estudo. Tais fatores são importantes condicionantes da circulação da água, podendo, portanto, ser utilizados como auxílio na identificação de zonas sujeitas à saturação hídrica. As observações realizadas no ato da coleta, a respeito das condições hídricas das amostras coletadas, também serviram como auxílio nessa identificação.

É importante enfatizar, contudo, que essas informações (declividade, granulometria e condições hídricas dos materiais) não foram utilizadas diretamente para definir os graus de hidromorfia, mas auxiliaram no sentido de reforçar ou confirmar os graus de hidromorfia definidos com base na observação das propriedades hidromórficas dos solos.

9.4 Apresentação e análise dos graus de hidromorfia dos setores estudados e de proposições a respeito do regime de saturação hídrica

Nesse item são apresentados e analisados os graus de hidromorfia identificados nos setores estudados. Nessa discussão são estabelecidas relações entre os graus de hidromorfia (com suas respectivas propriedades hidromórficas) e os níveis d'água registrados no monitoramento. Também foram inclusos nessa discussão aspectos da morfometria do relevo e da geomorfologia fluvial. Trata-se, portanto, de uma análise integrada, que correlaciona elementos da geomorfologia, pedologia, hidrologia e geomorfologia fluvial.

A partir de correlações entre os graus de hidromorfia e os níveis d'água registrados, foram desenvolvidas proposições, de caráter aproximativo, a respeito do regime de saturação hídrica dos horizontes ou camadas de cada ponto. Essas proposições são apresentadas juntamente com a discussão dos graus de hidromorfia de cada ponto, e não separadamente.

É importante mencionar que, nessas proposições, o regime de saturação hídrica foi considerado de forma qualitativa, e não quantitativa. A maneira quantitativa de referir-se ao regime de saturação seria mencionar o tempo de duração dos eventos de saturação em número de dias, semanas ou meses por ano (por exemplo, 10 dias, 3 meses). Da mesma maneira, a frequência considerada de forma quantitativa implicaria informar quantas vezes por ano determinado horizonte do solo passa por condições de saturação hídrica. Entretanto, o monitoramento realizado não propiciou tais informações quantitativas, conforme já mencionado. Por essa razão, a duração e a frequência da saturação hídrica foram consideradas de forma qualitativa, sem especificar a quantidade de tempo.

Assim, para caracterizar a duração da saturação hídrica, foram utilizadas referências temporais tais como “poucos dias”, “várias semanas”, “na maior parte

do ano”. Da mesma forma, para caracterizar a frequência, utilizou-se termos tais como “eventos frequentes, que ocorrem várias vezes durante a estação chuvosa”, ou “baixa frequência, não ocorrendo em todos os anos”.

Também cabe esclarecer que utilizou-se os termos “estação seca” e “estação chuvosa” para referir-se, respectivamente, aos períodos com menor índice pluviométrico (inverno) e maior índice pluviométrico (verão).

Perfil Transversal A - Pontos V1, V2, V3 e S1

A figura 13 apresenta os graus de hidromorfia identificados no setor que abrange os pontos V1, V2, V3 e S1, localizados na vertente e na transição da mesma para a planície, incluindo assim o sopé.

A partir da observação da figura, é possível perceber variações verticais e laterais (no sentido da vertente em direção à planície) nos graus de hidromorfia.

Com relação às variações laterais, percebe-se que o grau de hidromorfia nos horizontes B (e em alguns casos no A, AB e BA) se intensifica no sentido da vertente em direção à planície. Nesses horizontes, percebeu-se uma mudança gradual em relação à cor da matriz do solo, com a diminuição do croma ao longo da sequência de pontos V1 a S1, o que se traduz no aumento do grau de hidromorfia. A ocorrência de Fe^{2+} nos horizontes superficiais do ponto S1 é outro fator que contribuiu para que seus graus de hidromorfia fossem classificados como mais elevados do que os da vertente.

Outra tendência que se observa ao longo dessa sequência lateral é a ocorrência de propriedades hidromórficas cada vez mais próximas da superfície, à medida que os pontos se aproximam da planície.

Com relação às variações verticais, percebe-se um aumento nos graus de hidromorfia com o aumento da profundidade nos perfis localizados na vertente (pontos V1, V2 e V3). Assim, nesses pontos os horizontes com graus de hidromorfia mais elevados estão localizados em maiores profundidades.

A seguir esses padrões são comentados de forma mais detalhada, para cada um dos pontos.

Figura 13 - Graus de hidromorfia no setor entre os pontos V1 e S1 do Perfil Transversal A

LEGENDA		Simbologia	
Graus de hidromorfia		Simbologia
Grau 1	Grau 5	A, B, C, Ab, AB, BA, BC, CB: Horizontes pedogenéticos e horizontes de transição
Grau 2	Grau 6.1	g: Designativo de horizonte glei, segundo critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de solos
Grau 3	Grau 6.2	D: Camada
Grau 4	Grau 7	Da: Camada deposicional arenosa (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)	
Obs.: As propriedades hidromórficas correspondentes aos graus de hidromorfia são apresentadas nas páginas 146 e 147 (quadro 14)		Do: Camada de material organomineral
Camadas que apresentam feições redoximórficas (principalmente concentrações de Fe), mas não se enquadram nos graus de hidromorfia propostos		Doa: Camada de material organomineral arenoso (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)
Zonas com fundo branco na figura: solos ou depósitos que não apresentam propriedades hidromórficas		T: Material apresenta características de transição entre horizontes ou camadas sobrejacentes e subjacentes	
		* Nas páginas 56 a 58 são apresentados esclarecimentos a respeito da adoção do termo «Camada»
		Linha divisória, representa o limite entre diferentes horizontes, sub-horizontes ou camadas	
		# Presença de mosqueados relacionados à estrutura da rocha
		Níveis d'água registrados entre novembro de 2012 e fevereiro de 2013 Números em azul indicam a profundidade do nível d'água (a figura apresenta alguns dos valores registrados, a lista completa é apresentada nos anexos)
		Sem informação	
		Tra: Pontos de tradagem entre trincheiras	
		Tri: Ponto de trincheira e tradagem entre as trincheiras principais	
		Observação: Os levantamentos de campo para caracterização dos solos e depósitos neste setor foram realizados entre 11/02/2013 e 12/03/2013	
		Escala vertical e horizontal: 1: 30,5	
		Org.: Grigorowitschs, H.	

Perfil Transversal A - Ponto V1

No ponto V1, as propriedades hidromórficas começam a ocorrer no horizonte de transição BC, porém de forma muito pouco pronunciada, de modo que tal horizonte foi classificado segundo baixo grau de hidromorfia. O horizonte B não apresenta propriedades hidromórficas, possuindo cores com cromas 4 e 6.

As propriedades hidromórficas nesse ponto aparecem de forma mais intensa no horizonte C, mais especificamente no sub-horizonte Cg2, a partir de 170 cm de profundidade. Os sub-horizontes Cg2, Cg3 e Cg4 apresentam cores glei (cinzento esverdeado claro), e por essa razão foram classificados segundo grau de hidromorfia mais elevado quando comparados ao horizonte de transição BC. O sub-horizonte Cg1, por sua vez, apresentou características de transição entre o BC e o Cg2.

Com relação aos níveis d'água nesse ponto, o nível menos profundo registrado durante o monitoramento consistiu no valor de 126 cm de profundidade, no mês de fevereiro de 2013. Esse valor está inserido no horizonte BC, e corresponde aproximadamente à profundidade na qual as propriedades hidromórficas começam a aparecer. É provável que a zona saturada atinja esse nível após eventos de precipitação intensa ou prolongada na estação chuvosa, mas permaneça nele por pouco tempo (alguns dias), de modo a produzir propriedades hidromórficas pouco pronunciadas, associadas a um baixo grau de hidromorfia. Cabe mencionar que dois dias antes dessa medição, foram registrados 70 mm de chuva (em 24 horas) na Estação Meteorológica Pedro Beicht. Assim, esse nível d'água de 126 cm pode estar associado à elevação do limite superior da zona saturada em função desse evento de precipitação.

Já os níveis d'água mais profundos registrados consistiram nos valores de 164 e 190 cm de profundidade, respectivamente nos meses de novembro e dezembro de 2012, em dias que não haviam sido precedidos por chuvas intensas ou prolongadas. A profundidade de 164 cm condiz aproximadamente com o horizonte onde aparecem as cores glei (horizonte Cg2), classificado de acordo com elevado grau de hidromorfia. É provável que a partir dessa profundidade o material de alteração permaneça saturado ou em condições muito próximas da saturação durante períodos mais longos (meses). Sugere-se então que a ocorrência das cores glei, nos sub-horizontes Cg2 a Cg4, esteja relacionada a um

regime hídrico de saturação com duração prolongada, ou a vários eventos de saturação associados a períodos chuvosos.

Cabe mencionar que os níveis d'água registrados nesse ponto correspondem ao limite superior de uma zona saturada ou que se encontra em condições muito próximas da saturação hídrica, que recebe contribuição do escoamento subsuperficial lateral da vertente. Entretanto, sugere-se aqui que esses níveis não correspondam aos níveis de oscilação do lençol freático, o qual provavelmente encontra-se a uma maior profundidade.

Algumas condições observadas em campo levaram a essas conclusões. Ao realizar os furos das tradagens nesse ponto, em duas ocasiões, até 2 metros de profundidade, os materiais coletados não aparentavam estar saturados, e os níveis d'água não apareciam de imediato, sendo necessário aguardar algumas horas para o aparecimento e estabilização dos níveis.

No dia da descrição e coleta dos solos nesse ponto (12/03/13), as tradagens foram realizadas até uma profundidade maior, e então observou-se que o material de alteração coletado entre 240 e 260 cm de profundidade estava saturado com água livre. Os horizontes acima dessa profundidade, entretanto, não apresentaram essa condição hídrica. É possível então que esse corresponda ao nível aproximado do lençol freático na estação chuvosa (240 cm). Já os níveis registrados no monitoramento devem referir-se a uma zona saturada, ou muito próxima da saturação hídrica, localizada acima do lençol freático.

Não se considerou adequado utilizar o termo “lençol suspenso” para referir-se a essa zona saturada mais superficial, pelo fato de que não há um horizonte menos permeável responsável pela retenção de água nesses níveis.

De qualquer maneira, a presença contínua de propriedades hidromórficas no sub-horizontes Cg2, Cg3 e Cg4 é um indício de que todo o perfil, a partir dessa profundidade, permanece sob condições de saturação hídrica durante um período de tempo prolongado, de modo a reduzir e mobilizar a maior parte do ferro do material de alteração nesse ponto.

Perfil Transversal A - Ponto V2

No ponto V2, as propriedades hidromórficas começam a aparecer no horizonte B. As concentrações de ferro ocorrem desde o sub-horizonte B1, e no sub-horizonte Bg1 aparecem depleções de ferro com cores com croma 2 e 3, em matriz com croma entre 3 e 4. Estas características estão associadas a baixos graus de hidromorfia.

O horizonte CBg e os sub-horizontes Cg1 e Cg2 apresentam padrão variegado de cores, que resultam da combinação da estrutura da rocha com hidromorfia. Pelo fato de suas cores possuírem predominantemente croma 2 ou serem glei, esses horizontes foram classificados de acordo com graus de hidromorfia mais elevados quando comparados aos solos do horizonte B.

Nos sub-horizontes Cg3 e Cg4, o material de alteração apresentou Fe^{2+} e cores glei (cinzento esverdeado). O sub-horizonte Cg4 apresentou, além de Fe^{2+} , porções de matéria orgânica não decomposta, características que conferiram a esse sub-horizonte grau máximo de hidromorfia.

Com relação aos níveis d'água, o valor menos profundo registrado nesse ponto consistiu em 105 cm de profundidade, no mês de fevereiro (2 dias após a chuva de 70 mm já mencionada no item anterior). Esse nível está inserido no sub-horizonte Bg1, sendo provável que o limite superior da zona saturada se eleve e atinja tal sub-horizonte somente após eventos de precipitação intensa ou prolongada. Desta forma, é provável que os solos desse sub-horizonte permaneçam por pouco tempo (alguns dias) sob condições de saturação hídrica, associadas a oscilações rápidas do nível d'água, de modo que a redução e a mobilização do ferro ocorram somente em algumas partes, formando as depleções observadas.

Nos meses de janeiro e fevereiro de 2013 foram registrados também os níveis d'água de 120/119 cm de profundidade. Esses valores estão inseridos no horizonte de transição CBg, onde aparecem predominantemente cores com croma 2. É provável que o limite superior da zona saturada oscile com frequência através desse horizonte ao longo da estação chuvosa, e que ele permaneça saturado ou em condições próximas da saturação hídrica por um período de tempo significativo (algumas semanas) durante essa estação. Essa dinâmica hídrica seria a

responsável pelo estabelecimento de um grau de hidromorfia mais elevado no horizonte CBg, quando comparado aos horizontes sobrejacentes.

O nível d'água mais profundo registrado nesse ponto consistiu no valor de 145 cm, no mês de novembro de 2012. Essa medição foi realizada em uma data que não havia sido precedida por um período com precipitações intensas. É provável que esse valor esteja próximo do nível médio que a zona saturada apresenta em boa parte do ano (exceto na estação seca e na metade e final da estação chuvosa). O nível de 145 cm está inserido no sub-horizonte Cg1, o que indica que esse sub-horizonte, assim como os horizontes subjacentes, devem permanecer saturados ou em condições muito próximas da saturação hídrica durante alguns meses ao ano, e não somente nos períodos mais chuvosos. Sugere-se que esse regime hídrico de saturação prolongada tenha exercido influência nas cores glei desenvolvidas pelos sub-horizontes Cg1 e Cg2, embora se reconheça também a influência da estrutura da rocha nas cores apresentadas por seus materiais de alteração.

Do mesmo modo como exposto no ponto V1, aqui também sugere-se que os valores dos níveis d'água registrados correspondam ao limite superior de uma zona saturada, ou muito próxima da saturação hídrica, e não aos níveis de oscilação do lençol freático.

Nesse ponto, o nível aproximado do lençol freático na estação chuvosa provavelmente está inserido no sub-horizonte Cg4 (localizado entre 196 e 220 cm), pois na data em que foram realizadas a descrição e a coleta nesse ponto (05/03/13), o material de alteração desse sub-horizonte estava saturado com água livre.

Conforme mencionado, observou-se a ocorrência de Fe^{2+} nos sub-horizontes Cg3 e Cg4, no ato da coleta. É provável que essa condição anaeróbica e redutora permaneça durante longos períodos, especialmente no sub-horizonte Cg4, associada à saturação hídrica que, a essa profundidade, deve durar a maior parte do ano ou o ano todo, em função da presença do lençol freático. A presença de porções de matéria orgânica não decomposta, no sub-horizonte Cg4, também é considerada como um indicador da permanência da saturação hídrica e das condições redutoras.

Perfil Transversal A - Ponto V3

O ponto V3 apresenta propriedades hidromórficas desde o horizonte de transição AB, na forma de concentrações de ferro. Os sub-horizontes B e Bg1 também apresentam concentrações de Fe, e sua matriz possui cores com croma 3. Essas propriedades estão associadas a baixos graus de hidromorfia.

Nos sub-horizontes Bg2, Bg3 e Bg4, as cores apresentam croma mais baixo (croma 2 ou entre 2 e 3), e por essa razão os solos foram classificados segundo grau de hidromorfia intermediário. No intervalo entre os horizontes Bg4 e Ab foram observadas concentrações de Fe, em quantidade significativa, mas as cores da matriz não se enquadraram nos graus de hidromorfia estabelecidos.

Com relação aos níveis d'água, os valores registrados provavelmente consistem nos limites superiores de uma zona saturada ou em condições próximas da saturação hídrica, localizada acima do lençol freático, assim como no caso dos pontos V1 e V2.

Os valores menos profundos registrados consistiram em 79, 73 e 64 cm de profundidade, entre janeiro e fevereiro/2013. É provável que, na estação chuvosa, o limite superior dessa zona saturada esteja inserido nesse intervalo entre 79 e 64 cm. Esses valores estão inseridos nos sub-horizontes Bg2 e Bg3. Sugere-se então que as propriedades hidromórficas desses sub-horizontes sejam condicionadas por um regime caracterizado pela saturação hídrica durante um período de tempo significativo (pelo menos algumas semanas) durante a estação chuvosa.

Os horizontes sobrejacentes (B e Bg1), que possuem grau de hidromorfia mais baixo, também passariam por eventos de saturação hídrica, mas com menor duração e frequência, somente nos períodos mais chuvosos da estação chuvosa.

Nos meses de novembro e dezembro de 2012, os níveis d'água registrados consistiram nos valores de 97, 94 e 91 cm de profundidade. Não ocorreram eventos de precipitação intensa ou prolongada nos dias que precederam essas medições, portanto é provável que esses valores sejam representativos de níveis mais baixos apresentados pela zona saturada.

Na data em que foram realizadas a coleta e a descrição nesse ponto (06/02/13), observou-se que o material a partir de 138 cm de profundidade (onde

se inicia a camada Do) estava saturado, com água livre. A partir dessa profundidade as coletas foram realizadas com cano de PVC, pelo fato de não ser possível coletar o material saturado com o trado. Assim, o nível do lençol freático na estação chuvosa deve corresponder aproximadamente a essa profundidade.

A camada Do foi classificada de acordo com o grau máximo de hidromorfia, por apresentar cor escura devido ao acúmulo e não decomposição da matéria orgânica. Essa camada não se encontra atualmente em um ambiente de formação de materiais organominerais, pois não está mais situada na superfície, a partir de onde a matéria orgânica se acumula. Porém, ela ainda está sujeita às condições de saturação hídrica prolongada, por estar abaixo do lençol freático, e desta forma possui um regime hídrico semelhante ao que a formou.

Nos sub-horizontes Cg1 e Cg2 identificou-se a presença de Fe^{2+} , e por essa razão os mesmos também foram classificados segundo o grau máximo de hidromorfia. Sugere-se que, a essa profundidade, os materiais de alteração permaneçam em condições de saturação hídrica o ano todo, abaixo do nível do lençol freático.

Perfil Transversal A - Ponto S1

No ponto S1, as propriedades hidromórficas aparecem desde a superfície. As concentrações de Fe estão presentes no horizonte Ag e tornam-se abundantes no horizonte de transição BgAg, a partir de 8 cm de profundidade. Tanto nesse horizonte de transição quanto no horizonte Bg1, os solos possuem cores com croma1. Também identificou-se nesse ponto a ocorrência de Fe^{2+} nos horizontes Ag e BgAg, que por essa razão foram classificados de acordo com graus de hidromorfia elevados.

Nesse ponto, considera-se que os níveis d'água registrados consistem nos níveis do lençol freático, que aqui estão bem próximos da superfície. Não foram encontradas características de lençol suspenso (como em outros pontos da planície), e todas as amostras coletadas abaixo dos níveis d'água encontravam-se saturadas, com água livre.

O nível d'água menos profundo registrado nesse ponto foi de 15 cm, em fevereiro de 2013. Essa medição foi realizada dois dias após o evento de precipitação de 70 mm, e esse valor provavelmente consiste em uma resposta do lençol freático a tal evento. Esse nível de 15 cm está inserido no horizonte BgAg. É provável que o lençol se eleve até esse horizonte com certa frequência (várias vezes por ano), quando da ocorrência de eventos de precipitação intensa ou prolongada, e que permaneça nesse nível durante um período significativo de tempo, de modo a produzir na matriz do solo cores com croma 1 e grande quantidade de concentrações de Fe, conforme observado.

Sugere-se também que nesse ponto o lençol freático se eleve até a superfície, durante os períodos mais chuvosos. Embora não se tenha observado o nível d'água aflorante durante os trabalhos de campo, a presença de Fe^{2+} no horizonte A é um indício de que esse horizonte esteve saturado e desenvolveu condições quimicamente redutoras nos dias anteriores à descrição efetuada neste ponto.

O ponto S1 está localizado bem próximo ao sopé da vertente, num trecho que possui 4 graus de declividade, valor bem inferior quando comparado à declividade dos pontos V1 (15 graus), V2 (18,5 graus) e V3 (22,5 graus). Essas características favorecem o acúmulo de água e matéria orgânica nos horizontes superficiais desse setor, contribuindo para a saturação hídrica e para o desencadeamento de processos de oxi-redução. Com isso, criam-se condições para o desenvolvimento de propriedades hidromórficas mais acentuadas nesses horizontes.

A partir de 40/42 cm de profundidade, que corresponde ao início da camada arenosa (Da), as propriedades hidromórficas desaparecem. Uma vez que o nível d'água mais profundo registrado consistiu também no valor de 40 cm de profundidade, no mês de novembro de 2012, essa camada arenosa deve permanecer saturada durante períodos mais longos (vários meses), por estar abaixo do lençol freático, mantendo assim um ambiente potencialmente redutor. Nessas condições, seria esperado encontrar Fe^{2+} a partir dessa profundidade, entretanto não foi o que se observou. Como a mineralogia desses depósitos arenosos predominantemente consiste em quartzo, não há quantidade significativa de minerais portadores de Fe, sendo esta a principal razão para a ausência de Fe^{2+} na camada Da. Esse caso exemplifica como o tipo de material (nesse caso, a

sua mineralogia) exerce influência direta na formação das propriedades hidromórficas.

A partir das características observadas, percebe-se que a dinâmica hídrica nesse ponto apresenta diferenças significativas em relação aos pontos da vertente. Além de apresentar menor declividade, há ainda o fator “posição”, no sopé da vertente, que faz com que esse ponto receba água oriunda do escoamento superficial e subsuperficial na vertente, fato que contribui para um rápido aumento do nível do lençol freático durante períodos chuvosos.

Além desses aspectos, possivelmente há outro fator que contribui para a dinâmica hídrica desse ponto. A camada de areia (Da), com pelo menos 70 cm de espessura, consiste aparentemente em um depósito de canal fluvial. É possível que se trate de um meandro abandonado que ainda possua conexão hídrica subsuperficial com o canal fluvial atual, através de seu antigo curso. Considerando que esse curso se constitua em depósitos arenosos, formar-se-ia um caminho preferencial subsuperficial de água, que conectaria o ponto S1 ao canal fluvial atual. Isso se refletiria em uma hidrodinâmica diferenciada nesse setor, com oscilações do nível d'água mais rápidas associadas à dinâmica fluvial atual. Esta, porém, é uma hipótese que necessitaria de levantamentos de campo adicionais para ser comprovada.

Perfil Transversal A - Pontos P1, P2, P3, P4 e P5

A figura 14 apresenta os graus de hidromorfia identificados nos pontos da planície, P1 a P5.

De maneira geral, observou-se nesses pontos uma sucessão vertical de horizontes sem Fe^{2+} , com cores com cromas 1, 2 ou 3, para horizonte e camadas com condições quimicamente redutoras, indicadas pela presença de Fe^{2+} .

Com relação aos horizontes com Fe^{2+} , observou-se em alguns casos uma graduação vertical em relação à ocorrência desse elemento, de horizontes menos profundos com algumas porções com Fe^{2+} em suas amostras (graus 6.1 e 6.2), para horizontes mais profundos com Fe^{2+} em todas as amostras e com forte intensidade (grau 7). Essa condição sugere um aumento da quantidade do Fe em estado reduzido em maiores profundidades e o estabelecimento de pedoambientes quimicamente redutores por completo (em todo o horizonte).

Desta forma, há de maneira geral um aumento no grau de hidromorfia com a profundidade. A seguir esses padrões são comentados de forma detalhada, para cada um dos pontos.

Figura 14 - Graus de hidromorfia dos perfis localizados na planície fluvial do Perfil Transversal A

LEGENDA		Simbologia	
Graus de hidromorfia		Simbologia	
	Grau 1	A, B, C, Ab, AB, BA, BC, CB:	Horizontes pedogenéticos e horizontes de transição
	Grau 2	g:	Designativo de horizonte glei, segundo critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de solos
	Grau 3	D:	Camada
	Grau 4	Da:	Camada deposicional arenosa (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)
	Grau 5	Do:	Camada de material organomineral
	Grau 6.1	Doa:	Camada de material organomineral arenoso (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)
	Grau 6.2	T:	Material apresenta características de transição entre horizontes ou camadas sobrejacentes e subjacentes
	Grau 7		
	Materiais organominerais (equivalência provável ao grau 7 de hidromorfia)		
Obs.: As propriedades hidromórficas correspondentes aos graus de hidromorfia são apresentadas nas páginas 146 e 147 (quadro 14)		* Nas páginas 56 a 58 são apresentados esclarecimentos a respeito da adoção do termo «Camada»	
	Camadas que apresentam feições redoximórficas (principalmente concentrações de Fe), mas não se enquadram nos graus de hidromorfia propostos		Linha divisória, representa o limite entre diferentes horizontes, sub-horizontes ou camadas
	Zonas com fundo branco na figura: solos ou depósitos que não apresentam propriedades hidromórficas		Presença de mosqueados relacionados à estrutura da rocha
			Níveis d'água registrados entre novembro de 2012 e fevereiro de 2013 Números em azul indicam a profundidade do nível d'água (a figura apresenta alguns dos valores registrados, a lista completa é apresentada nos anexos)
			Sem informação
		Observação: Os levantamentos de campo para caracterização dos solos e depósitos neste setor foram realizados entre as seguintes datas: Pontos P3, P4 e P5: 01/12/2012 a 13/12/2012 Pontos P1 e P2: 19/12/2012 a 22/01/2013 Escala vertical dos perfis de solo ou depósitos: 1: 30,5 Org.: Grigorowitschs, H.	

Perfil Transversal A - Ponto P1

No ponto P1, as propriedades hidromórficas ocorrem desde o horizonte superficial Ag, na forma de concentrações de Fe.

No sub-horizonte Bg1, que tem início a 3/6,5 cm de profundidade, as propriedades hidromórficas são bem acentuadas. Esse sub-horizonte possui concentrações de Fe em abundância, que chegam a 50% em algumas porções, e matriz do solo com croma 1, o que a caracteriza como uma depleção de Fe. Devido a esse baixo croma, esse sub-horizonte foi classificado de acordo com grau de hidromorfia relativamente elevado (grau 5).

No sub-horizonte Bg2, as concentrações de Fe também são abundantes, porém a matriz do solo passa a apresentar um padrão variegado de cores, com predomínio do croma 3, além dos cromas 2 e 4, e depleções com croma 1. Pelo fato desse sub-horizonte apresentar essas características de cor, e por estar localizado imediatamente acima de um horizonte com matriz reduzida, atribuiu-se ao mesmo o grau 4 de hidromorfia. Em comparação com o sub-horizonte Bg1, o Bg2 apresenta propriedades hidromórficas menos acentuadas e grau de hidromorfia mais baixo.

Desta maneira, forma-se uma sucessão vertical de um horizonte com grau de hidromorfia mais elevado sobre um horizonte com grau de hidromorfia menos elevado. Essa condição é diferente da encontrada na maioria dos casos, nos quais os horizontes mais profundos apresentam graus de hidromorfia mais elevados em relação aos menos profundos, devido ao fato de permanecerem mais tempo sob condições de saturação hídrica.

A fim de explicar essa “inversão” no padrão de ocorrência das propriedades hidromórficas, são aqui sugeridas as seguintes hipóteses, as quais podem inclusive ocorrer de forma combinada:

1 – O sub-horizonte Bg2 pode funcionar como uma camada menos permeável, em função de sua menor macroporosidade, e desta forma a água da precipitação é retida no sub-horizonte Bg1, permanecendo nele por mais tempo e formando um lençol suspenso. Esse processo explicaria as propriedades hidromórficas mais acentuadas do sub-horizonte Bg1;

2 – No sub-horizonte Bg1, o solo apresenta maior macroporosidade, associada à maior atividade biológica, e sua estrutura pedogenética é um pouco mais desenvolvida do que a estrutura do Bg2. Essas diferenças podem exercer

influência nas propriedades hidromórficas da seguinte maneira. Quando ocorre a drenagem do solo, após o mesmo permanecer certo tempo saturado, o Fe^{2+} presente na matriz (inclusive no interior dos agregados) migra para os macroporos (onde o oxigênio penetra primeiro) e ali se oxida, formando concentrações de Fe. Gradualmente, o interior da matriz do solo vai perdendo Fe por esse processo, e torna-se uma depleção. Esse parece ser o processo ocorrido no sub-horizonte Bg1. Por outro lado, se o solo não apresenta macroporosidade significativa, o Fe^{2+} permanece disseminado ao longo da matriz, e ali se oxida durante o processo de drenagem do solo, formando massas de Fe bastante difusas. Esse processo pode ter ocorrido ou ocorrer no sub-horizonte Bg2, contribuindo para formação de propriedades hidromórficas menos proeminentes.

A primeira hipótese implica necessariamente uma maior permanência do sub-horizonte Bg1 sob saturação hídrica, quando comparado ao Bg2. Já na segunda hipótese, os fatores principais são as diferenças no processo de distribuição do Fe, condicionadas pela macroporosidade e pela estrutura do solo.

No caso específico dos sub-horizontes Bg1 e Bg2, os graus de hidromorfia conferidos aos seus solos não devem ser interpretados sob o aspecto do tempo de duração da saturação hídrica, pois não há evidências suficientes para afirmar qual dos dois sub-horizontes permanece mais tempo sob essas condições. Nesse caso, os diferentes graus de hidromorfia significam somente que as propriedades hidromórficas de cada um desses sub-horizontes possuem intensidades diferentes.

Do sub-horizonte Bg3 à camada D3 (38 a 110 cm), identificou-se a presença de Fe^{2+} , com forte intensidade. Em função dessa característica, todas as camadas desse intervalo foram classificadas de acordo com graus de hidromorfia elevado (grau 6.2) ou máximo (grau 7).

Com relação ao monitoramento dos níveis d'água, os valores registrados variaram entre 58 e 27 cm de profundidade entre os meses de novembro de 2012 e fevereiro de 2013.

Esses valores, entretanto, não correspondem aos níveis do lençol freático, e provavelmente também não correspondem a um lençol suspenso, pois as condições hídricas observadas em campo, a partir do sub-horizonte Bg3, indicaram a existência de uma zona heterogênea sob o aspecto hídrico, com porções do solo saturadas com água livre, porções saturadas com água capilar, e

outras muito próximas da saturação hídrica ou não saturadas. As condições que levaram a essa conclusão foram as seguintes.

Durante a abertura da trincheira nesse ponto, foram observados alguns macroporos que continham água livre em seu interior, entre as profundidades de 38 e 60/65 cm. Essa camada não estava saturada por completo, mas apresentava algumas porções saturadas em torno dos macroporos, que funcionavam como caminhos preferenciais de água. Também observou-se, na camada entre 60/65 a 75 cm de profundidade, a ocorrência de água livre nas faces dos blocos, mas o interior dos mesmos não apresentava essa condição.

A partir de 75 cm, o material passou a ser coletado por tradagem, e aparentemente as amostras do intervalo entre 75 e 110 cm não estavam saturadas com água livre, mesmo observando em lupa com aumento de 8 vezes. Porém, é provável que essa camada estivesse saturada ou próxima da saturação hídrica com água capilar, pois identificou-se ferro em estado reduzido em todas as amostras.

É provável que essas condições hídricas permaneçam desta maneira durante todo o ano, com um aumento da extensão das porções com água livre na estação chuvosa, e uma diminuição das mesmas na estação seca. A granulometria fina da maioria desses horizontes e camadas (argila siltosa e argila) contribui para a manutenção de um teor elevado de água no solo, que deve permanecer em condições muito próximas da saturação hídrica o ano todo.

Com base nas características observadas, o que se pode afirmar para o ponto P1 é que os horizontes e camadas Bg3 a Do, que foram classificados segundo grau de hidromorfia mais elevados, permanecem mais tempo sob saturação hídrica ou sob condições próximas da saturação, quando comparados aos horizontes que foram classificados segundo grau de hidromorfia mais baixos (Ag, Bg1 e Bg2).

O nível do lençol freático nesse ponto está provavelmente situado entre 140 e 160 cm, pois a partir dessa profundidade não foi possível coletar material com o trado, devido ao estado fluído do solo. Com o cano de PVC, foi possível realizar uma coleta entre 150 e 200 cm, e a observação da amostra coletada, sob lupa de aumento de 8 vezes, revelou a presença de água livre em todo o material, confirmando a condição de saturação hídrica devido à presença do lençol freático.

As camadas a partir de 105/110 cm de profundidade (Do até Doa3) foram classificadas de acordo com o grau máximo de hidromorfia, por apresentarem cor

escura devido ao acúmulo e à não decomposição da matéria orgânica. Essas camadas não se encontram atualmente em um ambiente de formação de materiais organominerais, e, portanto, podem ser consideradas como relictuais. Porém, tais camadas ainda estão sujeitas às condições de saturação hídrica prolongada (a maioria delas, com exceção da Do, está abaixo do lençol freático), e desta forma possuem um regime hídrico semelhante ao que as formou. Essas considerações também se aplicam às camadas com material organomineral do ponto P2.

Perfil Transversal A - Ponto P2

No ponto P2, as propriedades hidromórficas começam a ocorrer no sub-horizonte Bg1. Esse e o sub-horizonte Bg2 apresentaram características associadas ao grau 4 de hidromorfia. O sub-horizonte Bg1, porém, possui propriedades hidromórficas um pouco mais acentuadas, com maior quantidade de depleções, que ocupam boa parte da matriz do solo. Já no Bg2, as depleções ocorrem em menor quantidade e são quase restritas a canais de raízes e a superfícies de macroporos.

Assim, da mesma maneira como ocorre com os sub-horizontes Bg1 e Bg2 do ponto P1, há aqui uma sucessão vertical de um horizonte com propriedades hidromórficas mais acentuadas para um horizonte subjacente com propriedades hidromórficas menos acentuadas. Conforme mencionado no item anterior, essa parece uma inversão em relação à tendência geral de aumento do grau de hidromorfia com a profundidade. Para explicar tal padrão, as mesmas hipóteses apresentadas no item anterior são aqui sugeridas.

Nas camadas D1, D2 e D3, observou-se a ocorrência de Fe^{2+} , de modo que as mesmas foram classificadas de acordo com os graus elevado (6.2) e máximo (7) de hidromorfia.

Com relação às condições hídricas nesse ponto, também foram observadas as mesmas características descritas para o ponto P1, no item anterior. Assim, as camadas D1, D2 e D3, entre a profundidade de 52/57 e 110/115 cm, apresentaram zonas muito próximas da saturação hídrica, assim como zonas saturadas, em

alguns casos associadas às superfícies de blocos e aos macroporos com água livre, e em outros casos associadas à água capilar. Nesse ponto, os solos também são bastante argilosos, fato que contribui para a manutenção de condições próximas à saturação com água capilar.

Com relação ao lençol freático, nesse ponto seu nível provavelmente se situa entre 140 e 160 cm, pois a partir dessa profundidade as amostras coletadas continham água livre. Nas camadas localizadas imediatamente abaixo de 180 cm, não foi possível realizar coletas com o trado pelo fato do material estar em estado fluído.

Perfil Transversal A - Ponto P3

No ponto P3, as propriedades hidromórficas começam a aparecer a partir de 10/14 cm de profundidade (no horizonte de transição BAg), porém de forma pouco acentuada, de modo que tal horizonte foi classificado de acordo com um grau de hidromorfia relativamente baixo. Esse horizonte possui propriedades hidromórficas menos intensas quando comparado a horizontes de outros pontos da planície, na mesma profundidade.

No sub-horizonte Bg1 as propriedades hidromórficas se acentuam um pouco, aparecendo depleções de Fe com croma 1, em uma matriz com croma entre 2 e 3. Nesse sub-horizonte, o percentual de concentrações de Fe aumenta de forma significativa quando comparado ao horizonte de transição AB.

A partir do sub-horizonte Bg2, que tem início a 30/33 cm de profundidade, identificou-se Fe^{2+} ao longo de toda a matriz, e por essa razão os horizontes e camadas foram classificados de acordo com grau máximo de hidromorfia.

Com relação aos níveis d'água nesse ponto, considera-se que os valores registrados consistem nos níveis do lençol freático. Não foram encontradas características de lençol suspenso, e todas as amostras coletadas abaixo do nível d'água encontravam-se saturadas, com água livre.

Os níveis registrados entre novembro de 2012 e fevereiro de 2013 tiveram variação muito pequena, com valores máximo e mínimo respectivamente de 46 cm e 40 cm de profundidade. As oscilações do lençol freático nesse ponto devem estar diretamente relacionadas às oscilações do nível d'água no canal fluvial, pelo

fato desse ponto estar situado próximo ao canal (a 6,8 m dele), e por apresentar uma camada arenosa subsuperficial (Da) que possivelmente se estende lateralmente até o canal atual.

Esse intervalo entre os níveis d'água registrados (40 a 46 cm) deve estar próximo ou abranger o nível médio que o lençol freático apresenta durante boa parte do ano, exceto na estação seca (quando o nível d'água deve estar abaixo desse intervalo) e durante períodos muito chuvosos (quando o nível deve se elevar acima desse intervalo).

Assim, é provável que parte do horizonte BgDa, que tem início a 38 cm de profundidade, e a camada subjacente (Da) permaneçam saturadas durante longos períodos (vários meses ao ano). No caso da camada Da, sua parte mais profunda deve permanecer saturada o ano todo. Essas condições hídricas são as responsáveis pela presença do ferro em estado reduzido, com forte intensidade, ao longo dessas camadas.

No dia em que foi realizada a descrição da trincheira nesse ponto (dia 13/12/12), o nível do lençol freático estava a 46 cm de profundidade. Entretanto, a presença de Fe^{2+} foi observada desde o sub-horizonte Bg2, que tem início a 30/33 cm. Percebeu-se então que o sub-horizonte Bg2 e o horizonte de transição BgDa mantinham o ferro em estado reduzido, mesmo estando acima do nível d'água. A permanência do Fe^{2+} nesses horizontes pode dever-se a uma das duas seguintes situações, ou a ambas:

1 - Os horizontes Bg2 e BgDa devem corresponder à franja capilar, isto é, à zona imediatamente acima do lençol freático na qual a água é retida por forças de sucção, através da ação capilar. Nessas condições, os horizontes permanecem saturados ou em condições muito próximas da saturação hídrica, permitindo assim a manutenção do ferro em estado reduzido;

2 - Os horizontes Bg2 e BgDa devem corresponder à zona de oscilação mais frequente do lençol freático, processo que ocorre nos períodos chuvosos. Desta forma, o lençol freático deve ter-se elevado até o topo do sub-horizonte Bg2, em decorrência de eventos de precipitação ocorridos em dias anteriores, e permanecido nesse nível por tempo suficiente para promover a redução do Fe. Com o rebaixamento do lençol até o nível registrado de 46 cm, os horizontes Bg2 e BgDa permaneceram saturados ou muito próximos da saturação hídrica, porém predominantemente com água capilar, e não água livre.

As oscilações do lençol freático nesse ponto devem atingir também os horizontes Bg1 e BAg, mas de forma menos frequente, e possivelmente não em todos os anos, pois, conforme mencionado, esses horizontes possuem propriedade hidromórficas pouco pronunciadas.

Não foram encontrados indícios de que o lençol freático nesse ponto se eleve até a superfície, uma vez que o horizonte A não apresentou propriedades hidromórficas. Se tal elevação ocorre, é possível que corresponda a uma oscilação muito rápida através desse horizonte, com duração insuficiente para formar propriedades hidromórficas.

Perfil Transversal A - Ponto P4

O ponto P4 está localizado muito próximo ao canal fluvial, a menos de 1 metro dele, em uma morfologia que corresponde a um pequeno dique marginal sob o aspecto textural, conforme será comentado adiante.

Nesse ponto, a granulometria dos depósitos de algumas camadas é muito arenosa e não há estrutura pedogenética, exceto na camada superficial Da1, que possui estrutura grumosa em algumas partes.

Essas características granulométricas e a ausência de estrutura pedogenética exercem grande influência na formação das propriedades hidromórficas. Não foram observadas concentrações de Fe na maioria das camadas. Somente a camada Da3 apresentou essas concentrações, porém em quantidade muito pequena (inferior a 2%).

Nesse ponto não foram realizadas medições dos níveis d'água ao longo dos meses, como nos demais pontos. Foi realizada somente uma medição, no dia em que a trincheira foi descrita, em 13/12/12. Nessa data, o nível d'água estava a 45 cm de profundidade, que coincide com o início da camada D1. Como não havia chovido nos 11 dias anteriores, esse valor corresponde a um nível mais estável, não associado a períodos de precipitação intensa ou prolongada. É provável que esse nível esteja próximo do nível médio do lençol freático durante boa parte do ano, exceto nos períodos mais chuvosos, quando os níveis devem se elevar como resposta direta ao aumento da vazão do rio.

Desta forma, a parte superior da camada D1 deve permanecer saturada durante vários meses, e sua parte inferior, assim como os horizontes subjacentes, devem permanecer saturados o ano todo, condição responsável pela presença de Fe^{2+} em todas as camadas até 180 cm de profundidade, conforme observado.

A presença de Fe^{2+} foi identificada também em parte da camada Da3, que encontrava-se acima do nível d'água no dia da descrição da trincheira. Nessa camada, observou-se um aumento da intensidade da reação que indica a ocorrência de Fe^{2+} , com o aumento da profundidade. Por essa razão, tal camada foi dividida em 2 sub-camadas, com graus de hidromorfia crescentes.

Nesse ponto, observou-se que mesmo as camadas muito arenosas, com mais de 80% de areia, apresentaram Fe^{2+} . Como a mineralogia desses depósitos arenosos consiste predominantemente em quartzo, a maior parte do Fe^{2+} identificado nessas camadas não deve ter sido liberada dos minerais que compõem as areias, e sim transportada para as mesmas através da solução do solo.

Perfil Transversal A - Ponto P5

No ponto P5, as propriedades hidromórficas ocorrem desde o horizonte superficial, Ag, na forma de concentrações de Fe.

O sub-horizonte Bg1 apresenta concentrações de Fe em abundância, chegando a 50% em algumas partes do horizonte. Também apresenta Fe^{2+} em algumas poucas partes, e por essa razão foi classificado segundo grau de hidromorfia elevado (6.1).

A partir do sub-horizonte Bg2, até a profundidade de 60 cm, identificou-se a ocorrência de Fe^{2+} com forte intensidade em todos os horizontes, condição que corresponde ao grau máximo de hidromorfia.

Com relação aos níveis d'água registrados no monitoramento, os valores obtidos consistem nos níveis de um lençol suspenso.

Os níveis menos profundos consistiram em 28 e 26 cm de profundidade, respectivamente nos meses de outubro de 2012 e março de 2013. Nas datas em que esses valores foram medidos, haviam ocorrido episódios de precipitação intensa ou moderada nos dias anteriores. Esses níveis d'água menos profundos

estão inseridos no sub-horizonte Bg2, o que indica que o nível d'água se eleve até esse sub-horizonte durante ou após episódios de precipitação intensa ou moderada, não somente nos períodos mais chuvosos do verão mas também em outras estações.

Os sub-horizontes Bg1 e Bg2 devem corresponder à zona de oscilação mais frequente do lençol suspenso, com a alternância entre condições oxidantes e redutoras. Ambos apresentaram concentrações de Fe (Fe no estado oxidado) e, ao mesmo tempo, Fe^{2+} (Fe no estado reduzido).

A abundância de concentrações de Fe e a cor da matriz do solo no sub-horizonte Bg1 indicam que o lençol oscila de forma frequente através dele, e que ali permanece durante tempo suficiente para promover a redução e mobilização do ferro. Assim, embora não se tenha registrado a elevação do nível d'água até esse sub-horizonte, as suas características indicam que tal elevação ocorre com frequência significativa.

A presença de concentrações de Fe no horizonte Ag, em quantidade significativa, indica que o lençol nesse ponto se eleva até a superfície, processo que deve ocorrer durante ou após períodos de precipitação intensa na estação chuvosa. Também é possível que a água oriunda da precipitação e da inundação fluvial permaneçam determinado tempo nesse horizonte superficial, contribuindo para a formação dessas feições.

Entre os meses de novembro e dezembro, os níveis d'água registrados nesse ponto variaram entre 40 e 50 cm de profundidade. Como não havia chovido de forma significativa nos dias anteriores a essas medições, é provável que esse intervalo esteja próximo ou abranja o nível médio d'água desses 2 meses. É possível também que esses valores sejam representativos do nível médio do lençol em boa parte do ano, com exceção da estação seca, quando o nível do lençol deve estar mais profundo, e da metade e final da estação chuvosa, quando atinge níveis mais rasos.

Dessa forma, o horizonte Ab e a camada DoAb, situados entre 40 e 60 cm de profundidade, devem permanecer saturados durante períodos mais longos (alguns meses). O fato desses horizontes ou camadas possuírem pequena quantidade de concentrações de Fe, bem inferior do que a dos horizontes Bg1, Bg2 e Bg3, pode ser considerado também um indício de que permanecem saturados por mais tempo.

No dia em que foi realizada a descrição da trincheira nesse ponto (dia 01/12/12), o nível do lençol freático estava a 44 cm de profundidade. A presença de Fe^{2+} , contudo, foi observada desde o sub-horizonte Bg2, que tem início a 19/26 cm.

Assim como ocorrido em outros pontos da planície, neste os sub-horizontes Bg2 e Bg3 também apresentavam Fe^{2+} mesmo estando acima do nível d'água. Para explicar essa condição, são propostas as mesmas situações apresentadas para o ponto P3, que mencionam a presença de água capilar após o rebaixamento do nível d'água, e/ou a ocorrência da franja capilar nesses sub-horizontes. De qualquer maneira, tais sub-horizontes encontravam-se em condições muito próximas da saturação hídrica, ou mesmo saturados, preservando assim o ferro em estado reduzido. O fato dos solos desses horizontes serem argilosos contribui para o efeito da capilaridade.

Entre a profundidade de 60 e 100 cm (camadas Do a D/Do), os depósitos não apresentaram Fe^{2+} , e essa camada aparentemente não estava saturada em água. Essas características dão suporte à hipótese da existência de um lençol suspenso nesse setor, localizado acima de tais camadas.

As camadas Do e Do/D foram classificadas segundo grau máximo de hidromorfia, por se tratarem de materiais organominerais. Nesse caso, contudo, essa classificação não expressa necessariamente um regime hídrico atual de saturação prolongada, já que essas camadas aparentemente não se encontravam saturadas em água.

Na camada D, entre 100 a 120 cm de profundidade, aparece novamente Fe^{2+} , mas com fraca intensidade e em algumas porções das amostras.

O lençol freático nesse ponto possivelmente encontrava-se entre 120 e 140 cm, pois foi a partir dessa profundidade que o material não pôde ser coletado com o trado, por estar em estado fluído.

Perfil Transversal A - Pontos AI, S2, V4 e V5

A figura 15 apresenta os graus de hidromorfia identificados no setor que abrange os pontos AI, S2, V1 e V2, localizado na transição da vertente para a planície.

Nesse setor, os pontos com os mais elevados graus de hidromorfia consistiram no “AI” e “S2”, localizados em trecho com menor declividade, no sopé da vertente. Na vertente, há uma zona que não pôde ser enquadrada nos graus de hidromorfia definidos, conforme será explicado. A seguir, esses padrões são comentados.

Perfil Transversal A - Ponto AI

Esse ponto localiza-se num setor permanentemente alagado, próximo do sopé da vertente. Nos trabalhos de campo de reconhecimento realizados nos arredores dessa área, também foram identificados outros setores alagadiços na planície, próximos da margem direita do vale. O conjunto desses alagadiços forma uma faixa ao longo da margem direita, relativamente estreita quando comparada à largura da planície. Devido à sua posição e às suas características hídricas, essa morfologia pode ser considerada uma *backswamp*.

No ponto AI, nas camadas O e Do1, observou-se um aumento gradual no estágio de decomposição da matéria orgânica com a profundidade. A partir de 52 cm (camada Do2), o material torna-se mais escuro e o teor de carbono orgânico aumenta com a profundidade, até a camada H, situada entre 70 e 90 cm, classificada como horizonte Hístico por conter teor de carbono orgânico superior a 80g/kg.

Nesse ponto, todo o perfil vertical foi classificado segundo o grau máximo de hidromorfia, tanto em função da presença de Fe^{2+} , nas camadas mais superficiais, quanto do acúmulo de matéria orgânica nas camadas mais profundas, gerando cores muito escuras e elevado teor de carbono orgânico. Além disso, conforme mencionado, esse setor permanece em condições de saturação hídrica até a superfície o ano inteiro, possivelmente em todos os anos com padrões climáticos normais. Essa condição confirma o grau máximo de hidromorfia conferido a todo o perfil.

Figura 15 - Graus de hidromorfia no setor entre os pontos A1 e V5 do Perfil Transversal A

LEGENDA		Simbologia	
Graus de hidromorfia		Simbologia
Grau 1	Grau 5	A, B, C, Ab, AB, BA, BC, CB: Horizontes pedogenéticos e horizontes de transição
Grau 2	Grau 6.1	g: Designativo de horizonte glei, segundo critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de solos
Grau 3	Grau 6.2	D: Camada
Grau 4	Grau 7	Da: Camada deposicional arenosa (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)	
Obs.: As propriedades hidromórficas correspondentes aos graus de hidromorfia são apresentadas nas páginas 146 e 147 (quadro 14)		Do: Camada de material organomineral
Camadas que apresentam feições redoximórficas (principalmente concentrações de Fe), mas não se enquadram nos graus de hidromorfia propostos		Doa: Camada de material organomineral arenoso (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)
Zonas com fundo branco na figura: solos ou depósitos que não apresentam propriedades hidromórficas		T: Material apresenta características de transição entre horizontes ou camadas sobrejacentes e subjacentes	
		* Nas páginas 56 a 58 são apresentados esclarecimentos a respeito da adoção do termo «Camada»	
		Simbologia	
		— Linha divisória, representa o limite entre diferentes horizontes, sub-horizontes ou camadas	
		# Presença de mosqueados relacionados à estrutura da rocha
		Sem informação	
		Tra: Pontos de tradagem entre as trincheiras	
		Observação: Os levantamentos de campo para caracterização dossolos e depósitos neste setor foram realizados entre 01/11/2012 e 13/12/2012	
		Escala vertical e horizontal: 1: 30,5	
		Org.: Grigorowitschs, H.	

Perfil Transversal A - Ponto S2

O ponto S2 apresenta propriedades hidromórficas acentuadas desde o horizonte superficial. Os horizontes Ag, AgD1 e AgD2 foram classificados segundo graus de hidromorfia elevados ou máximo, pelo fato de **terem** apresentado Fe^{2+} .

Esse ponto está localizado no sopé da vertente, em um trecho com baixa declividade (5 graus). Como no caso do ponto S1, o S2 também está situado em um setor que favorece o acúmulo de água e matéria orgânica nos horizontes superficiais, contribuindo para a saturação hídrica e para o desenvolvimento de propriedades hidromórficas mais acentuadas.

Também observou-se que nesse ponto o horizonte A é mais espesso do que os horizontes A dos pontos localizados na vertente (V4 e V5), característica que também possui relação com a declividade e a posição na qual o ponto está localizado.

As concentrações de Fe, assim como o Fe^{2+} , deixaram de ocorrer a partir de 53/55 cm de profundidade. A partir dessa profundidade, há camadas de material organomineral enterradas (camada Do1 e Do2) com elevado teor de carbono orgânico, que se estendem até 160 cm de profundidade e foram classificadas segundo o grau máximo de hidromorfia.

Considerando que o ponto S2 está muito próximo do ponto A1, localizado em um setor permanentemente alagado, é provável que as camadas Do1 e Do2 também apresentem condições de saturação hídrica prolongada. Entretanto, conforme será explicado, houve dificuldade em obter informações precisas a respeito das condições hídricas desses materiais. Desta forma, a classificação dessas camadas de acordo com o grau máximo de hidromorfia significa apenas que tais camadas apresentam propriedades hidromórficas acentuadas, e não necessariamente que possuem um regime atual caracterizado pela saturação hídrica prolongada ou permanente.

Com relação aos níveis d'água registrados no monitoramento desse ponto, os valores obtidos não se referem ao lençol freático, e possivelmente também não se devem a um lençol suspenso. Nesse ponto, como ocorrido em outros, as condições de saturação hídrica nos horizontes mais próximos da superfície (Ag a D) apresentaram caráter heterogêneo, com zonas saturadas com água livre, associadas aos macroporos, e zonas em condições próximas da saturação hídrica com água capilar. Os valores dos níveis d'água obtidos podem ter sido

influenciados pelas zonas parcialmente saturadas nos horizontes superficiais, e desta forma não são considerados confiáveis.

Ao realizar tradagens mais profundas nesse ponto, houve dificuldade em identificar a condição hídrica dos materiais, em função do comportamento diferenciado da água em depósitos organominerais, quando comparado a solos ou a depósitos minerais. Acredita-se que a elevada capacidade de retenção de água dos materiais organominerais também tenha dificultado a aferição dos níveis d'água nos furos das tradagens nesse setor. Assim, nesse ponto não foi identificado um nível que pudesse ser relacionado ao lençol freático.

Perfil Transversal A – Pontos V4 e V5

No setor que abrange os pontos V4 e V5, foram identificadas propriedades hidromórficas tais como depleções de Fe pouco pronunciadas e concentrações de Fe. Essas características indicam que tais horizontes estão sujeitos a eventos de saturação hídrica. Contudo, os solos e depósitos desse setor não apresentaram uma significativa gradação vertical em relação à intensidade das feições redoximórficas, tampouco uma gradação lateral (sentido vertente abaixo). Por essa razão, não foi possível definir graus de hidromorfia nesse setor, da forma como foi realizado nos pontos V1, V2 e V3.

Desta maneira, na figura 15 são indicados os horizontes e camadas que possuem feições redoximórficas, mas sem enquadrá-los nos graus de hidromorfia propostos.

No ponto V4, as concentrações de Fe aparecem desde o horizonte BA, em quantidade significativa. Nos horizontes BA e B, algumas porções do solo apresentam cores cinzento claro, que devem-se à presença de areia, distribuída de forma heterogênea em pequenas porções, tanto na superfície quanto no interior de blocos. Não consistem, portanto, em depleções de Fe, embora o aspecto visual seja semelhante.

Já no ponto V5, as concentrações de Fe se iniciam a partir do sub-horizonte B2. Abaixo do sub-horizonte B3 a quantidade de concentrações de Fe aumenta, e aparecem depleções de Fe pouco individualizadas, com contraste difuso em relação à matriz do solo. Essa variação vertical nas feições redoximórficas desse

ponto representa um aumento no grau de hidromorfia com a profundidade, porém de forma bastante sutil.

Nesses pontos, não foram encontrados solos que predominantemente apresentassem cores muito claras, com cromas baixos, cores glei, depleções de Fe acentuadas ou ferro em estado reduzido. Sem essas características, não foi possível identificar gradações de intensidade nas propriedades hidromórficas desse setor.

Uma condição que dificulta a expressão de feições redoximórficas nesse setor é a heterogeneidade de características no interior de alguns horizontes ou camadas, a qual se deve a uma mistura de materiais de diferentes origens (por exemplo, entre depósitos de solos oriundos da vertente e horizontes A ou horizontes organominerais formados *in situ*). Tal é o caso das camadas de transição (T) do ponto V4, e das camadas não classificadas do ponto V5.

Com relação ao monitoramento dos níveis d'água nos pontos V4 e V5, enfrentou-se a mesma dificuldade relatada no ponto S2. Como também há camadas subsuperficiais de material organomineral nesses pontos, houve bastante dificuldade em determinar a condição hídrica e os níveis d'água nesse tipo de material. A medição dos níveis d'água foi realizada, porém não há certeza quanto ao significado dos valores obtidos.

Perfil Transversal B - Setor inferior das vertentes e sopé (pontos V1 e V2)

As figuras 16 e 17, que abrangem respectivamente os pontos V1 e V2, apresentam os graus de hidromorfia identificados no setor inferior das vertentes e em sua transição para o fundo do vale, no Perfil Transversal B.

De maneira geral, observa-se nessas figuras que as propriedades hidromórficas mais acentuadas ocorrem cada vez mais próximas da superfície à medida que os pontos se aproximam do fundo do vale. Contudo, há diferenças significativas em relação à distribuição espacial dessas propriedades nas vertentes das margens esquerda e direita.

Na margem direita não foi possível realizar coletas no ponto de tradagem localizado no sopé da vertente, pelo fato dos materiais estarem saturados e em estado fluído a partir de 20 cm de profundidade. Por essa razão, os graus de hidromorfia apresentados na figura 17 não possuem continuidade em direção ao fundo do vale, como nas demais figuras de graus de hidromorfia.

A seguir, as características do ponto V1 e V2 são analisadas detalhadamente.

Figura 16 - Graus de hidromorfia da margem esquerda do Perfil Transversal B

LEGENDA		Simbologia	
Graus de hidromorfia		Simbologia	
<div><div>Grau 1</div><div>Grau 2</div><div>Grau 3</div><div>Grau 4</div><div>Grau 5</div><div>Grau 6.1</div><div>Grau 6.2</div><div>Grau 7</div><div>Materiais organominerais (equivalência provável ao grau 7 de hidromorfia)</div></div>		<div>A, B, C, Ab, AB, BA, BC, CB: Horizontes pedogenéticos e horizontes de transição</div> <div>g: Designativo de horizonte glei, segundo critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de solos</div> <div>D: Camada</div> <div>Da: Camada deposicional arenosa (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)</div> <div>Do: Camada de material organomineral</div> <div>Doa: Camada de material organomineral arenoso (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)</div> <div>T: Material apresenta características de transição entre horizontes ou camadas sobrejacentes e subjacentes</div> <div>* Nas páginas 56 a 58 são apresentados esclarecimentos a respeito da adoção do termo «Camada»</div>	
<div>Obs.: As propriedades hidromórficas correspondentes aos graus de hidromorfia são apresentadas nas páginas 146 e 147 (quadro 14)</div> <div><div>Camadas que apresentam feições redoximórficas (principalmente concentrações de Fe), mas não se enquadram nos graus de hidromorfia propostos</div><div>Zonas com fundo branco na figura: solos ou depósitos que não apresentam propriedades hidromórficas</div></div>		<div><div>Linha divisória, representa o limite entre diferentes horizontes ou camadas</div><div># Presença de mosqueados relacionados à estrutura da rocha</div><div>Níveis d'água registrados entre novembro de 2012 e março de 2013 (exceção: o valor de 120 cm do ponto V1 foi registrado em setembro de 2012) Números em azul indicam a profundidade do nível d'água</div><div>Sem informação</div><div>Tra: Pontos de tradagem</div><div>Tri: Pontos de trincheira e tradagem próximos à trincheira principal</div></div>	
		<div>Observação: Os levantamentos de campo para caracterização dos solos e depósitos neste setor foram realizados entre 05/09/2012 e 18/10/2012</div> <div>Escala vertical e horizontal: 1: 30,5</div> <div>Org.: Grigorowitschs, H.</div>	

Figura 17 - Graus de hidromorfia da margem direita do Perfil Transversal B

LEGENDA		Simbologia	
Graus de hidromorfia		Simbologia
Grau 1	Grau 5	A, B, C, Ab, AB, BA, BC, CB: Horizontes pedogenéticos e horizontes de transição
Grau 2	Grau 6.1	g: Designativo de horizonte glei, segundo critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de solos
Grau 3	Grau 6.2	D: Camada
Grau 4	Grau 7	Da: Camada deposicional arenosa (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)	
Obs.: As propriedades hidromórficas correspondentes aos graus de hidromorfia são apresentadas nas páginas 146 e 147 (quadro 14)		Do: Camada de material organomineral
Camadas que apresentam feições redoximórficas (principalmente concentrações de Fe), mas não se enquadram nos graus de hidromorfia propostos		Doa: Camada de material organomineral arenoso (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)
Zonas com fundo branco na figura: solos ou depósitos que não apresentam propriedades hidromórficas		T: Material apresenta características de transição entre horizontes ou camadas sobrejacentes e subjacentes	
		* Nas páginas 56 a 58 são apresentados esclarecimentos a respeito da adoção do termo «Camada»	
		— Linha divisória, representa o limite entre diferentes horizontes ou camadas	
		# Presença de mosqueados relacionados à estrutura da rocha	
		Níveis d'água registrados entre setembro de 2012 e janeiro de 2013 A figura apresenta alguns dos valores, a lista completa do ponto V2 é apresentada nos anexos /Números em azul indicam a profundidade do nível d'água
		Sem informação	
		Tra: Pontos de tradagem	
		Tri: Ponto de trincheira e tradagem próximo à trincheira principal	
		Observação: Os levantamentos de campo para caracterização dos solos e depósitos neste setor foram realizados entre 09/09/2012 e 04/10/2012	
		Escala vertical e horizontal: 1: 30,5	
		Org.: Grigorowitschs, H.	

Perfil Transversal B - Ponto V1

No ponto V1, as propriedades hidromórficas tem início no horizonte de transição AB, na forma de concentrações de Fe. Esse horizonte possui cores mais escuras, e por essa razão não foi possível utilizar as cores da matriz na definição de seu grau de hidromorfia. Nesse caso, ele foi classificado com grau 3, ou seja, com o grau imediatamente inferior em relação ao grau do horizonte subjacente.

No horizonte de transição BgA e no sub-horizonte Bg1, a matriz apresenta baixo croma (2 e 1), tendo sido por essa razão classificada segundo grau de hidromorfia médio a elevado (grau 4).

No horizonte de transição CgB e sub-horizonte Cg1, o material de alteração foi classificado segundo grau de hidromorfia mais elevado, por apresentar cores glei. Além da hidromorfia, reconhece-se também nesses horizontes a influência da estrutura da rocha no padrão de cores e de concentrações de Fe.

A partir de 120 cm de profundidade, onde tem início o sub-horizonte Cg2, o material de alteração apresentou Fe^{2+} em todas as amostras e estava saturado com água livre. O sub-horizonte Cg3 apresentou, além Fe^{2+} , porções de matéria orgânica não decomposta. Essas características conferiram a esses sub-horizontes o grau máximo de hidromorfia.

Na data em que foram realizadas as descrições nesse ponto (05/09/12), o nível d'água estava a 120 cm de profundidade, portanto esse valor pode ser considerado representativo do nível aproximado do lençol freático ao final da estação seca. Abaixo desse nível, o material de alteração deve permanecer saturado o ano todo, em condições anaeróbicas e quimicamente redutoras, conforme demonstrado pela presença de Fe^{2+} .

Os níveis d'água registrados nos meses de novembro e final de dezembro de 2012 foram respectivamente de 81 e 77 cm de profundidade. Esses valores estão inseridos no sub-horizonte Cg1. É provável que o lençol oscile ao longo desse sub-horizonte durante parte do ano (exceto na estação seca, quando está mais profundo) e permaneça nele durante tempo suficiente de modo a promover a redução e mobilização de parte do Fe.

O nível d'água menos profundo consistiu no valor de 40 cm, registrado no mês de março de 2013. É provável que este valor esteja próximo do nível médio

apresentado pelo lençol freático ao final da estação chuvosa. Essa condição indica que o sub-horizonte Bg2, que tem início a 43 cm de profundidade, deve permanecer em condições de saturação hídrica durante parte dessa estação.

Nesse ponto, não foram realizadas medições dos níveis d'água logo após períodos muito chuvosos. Desta forma, não há o registro de qual seria a resposta do lençol freático a eventos de precipitação intensa ou prolongada. Entretanto, a presença de propriedades hidromórficas nos horizontes AB, BgA e Bg1, localizados entre 10 e 43 cm, indicam que os níveis d'água se elevam até esses horizontes. O horizonte AB, que possui propriedades hidromórficas menos acentuadas, deve passar por condições de saturação hídrica somente em eventos extremos de precipitação, e possivelmente não em todos os anos.

Perfil Transversal B - Ponto V2

No ponto V2, as propriedades hidromórficas começam a ocorrer no horizonte de transição AB, na forma de concentrações de Fe, em pequena quantidade. Esse horizonte foi classificado com grau de hidromorfia 4, imediatamente inferior ao grau do sub-horizonte Bg, o qual foi classificado com grau relativamente elevado (grau 5) por possuir matriz com croma 1.

Abaixo do horizonte de transição CgBg, a partir de 58 cm de profundidade, todas as camadas foram classificadas segundo grau máximo de hidromorfia, por terem apresentado Fe^{2+} e/ou por conterem porções de matéria orgânica não decomposta.

No horizonte CgBg observou-se a ocorrência de Fe^{2+} somente nas partes com textura franco siltosa da matriz. Essa condição também foi observada em algumas das amostras coletadas nos pontos de tradagem próximos ao ponto V2, os quais também apresentaram porções siltosas com Fe^{2+} , distribuídas em uma matriz com textura franco arenosa ou franca. Percebe-se aqui que a presença de Fe^{2+} estava condicionada à ocorrência das porções siltosas, enquanto o restante da matriz, mais arenoso, não apresentou o ferro no estado reduzido.

Nesse ponto, a descrição dos solos foi realizada no dia 14/09/12, antes do início das chuvas da primavera. Durante as coletas, observou-se que o material a partir de 100/114 cm de profundidade (horizonte Cg3) estava saturado, com água

livre. Esse valor deve corresponder aproximadamente ao nível que o lençol freático apresenta nesse ponto ao final da estação seca. Entretanto, a presença de Fe^{2+} foi observada nos horizontes CgBg a Cg2, localizados acima do nível d'água. É provável que esses horizontes estivessem em condições muito próximas da saturação hídrica, com algumas porções saturadas com água livre (condição que foi de fato observada), e outras saturadas com água capilar.

Nesse ponto, os níveis d'água registrados entre dezembro de 2012 e março de 2013 variaram entre 55 e 38 cm de profundidade. Não há certeza se esses valores se referem ao lençol freático, que teria se elevado até esse nível na estação chuvosa, ou se referem-se ao limite superior de uma zona saturada ou muito próxima da saturação hídrica, situada acima do lençol freático e que recebe contribuição do escoamento subsuperficial lateral. De qualquer modo, tais valores indicam que as condições de saturação hídrica se estendem até o sub-horizonte Bg, localizado entre 35 e 51 cm, o qual deve permanecer nessas condições durante parte da estação chuvosa. As propriedades hidromórficas acentuadas desse sub-horizonte também são indícios de que o mesmo apresenta um regime caracterizado pela saturação hídrica durante um período de tempo significativo (possivelmente algumas semanas) nessa estação, suficiente para reduzir e remover praticamente todo o Fe do perfil.

Perfil Transversal B - Pontos F1 e F2

Os graus de hidromorfia dos pontos F1 e F2 são apresentados na figura 18. É possível observar que esses pontos apresentam diferenças significativas com relação à sucessão vertical de seus graus de hidromorfia, especialmente nos horizontes ou camadas mais próximos à superfície.

O ponto F2 está localizado em uma morfologia ligeiramente mais elevada em relação ao ponto F1, porém outras condições também exercem influência nos padrões de propriedades hidromórficas apresentados, conforme discutido a seguir.

Figura 18 - Graus de hidromorfia dos pontos F1 e F2 do Perfil Transversal B

LEGENDA		Simbologia	Simbologia	Observação: Os levantamentos de campo para caracterização dos solos e depósitos neste setor foram realizados entre 05/09/2012 e 16/09/2012 Escala dos perfis verticais: 1: 30 Org.: Grigorowitschs, H.
Graus de hidromorfia		A, B, C, Ab, AB, BA, BC, CB: Horizontes pedogenéticos e horizontes de transição
Grau 1	Grau 5	g: Designativo de horizonte glei, segundo critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de solos	Linha divisória, representa o limite entre diferentes horizontes ou camadas
Grau 2	Grau 6.1	D: Camada	# Presença de mosqueados relacionados à estrutura da rocha
Grau 3	Grau 6.2	Da: Camada deposicional arenosa (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)
Grau 4	Grau 7	Do: Camada de material organomineral	Níveis d'água registrados entre agosto de 2012 e março de 2013 Números em azul indicam a profundidade do nível d'água (a figura apresenta alguns dos valores registrados, a lista completa é apresentada nos anexos)	
Obs.: As propriedades hidromórficas correspondentes aos graus de hidromorfia são apresentadas nas páginas 146 e 147 (quadro 14)		Doa: Camada de material organomineral arenoso (textura franco-arenosa, areia franca ou areia)
Camadas que apresentam feições redoximórficas (principalmente concentrações de Fe), mas não se enquadram nos graus de hidromorfia propostos
Zonas com fundo branco na figura: solos ou depósitos que não apresentam propriedades hidromórficas		Sem informação	
		* Nas páginas 56 a 58 são apresentados esclarecimentos a respeito da adoção do termo «Camada»		

Ponto F1

Este ponto apresenta propriedades hidromórficas muito acentuadas desde a superfície. O Fe^{2+} foi identificado nas camadas D1 a D5, condição que conferiu às mesmas o grau máximo de hidromorfia. Já nas camadas Do1, Do2 e Do3, o grau máximo de hidromorfia foi atribuído em função da presença de materiais organominerais.

Esse ponto está localizado entre duas pequenas zonas permanentemente alagadas até a superfície, conforme indicado na figura 18, por onde passa água corrente vinda de nascentes à montante, não muito distantes do Perfil Transversal B.

Os níveis d'água medidos entre os meses de setembro de 2012 e março de 2013 encontravam-se próximos da superfície, variando entre 18 e 5 cm de profundidade. Mesmo ao final da estação seca, os níveis nesse ponto estavam bem rasos, alimentados sub-superficialmente pela água vinda do setor à montante. Os níveis registrados, entretanto, provavelmente referem-se a um lençol suspenso, devido às seguintes condições observadas.

Na data da realização da descrição neste ponto (16/09/2012), os materiais das camadas D1 e D2 estavam em sua maior parte saturados com água livre, porém as camadas D4 e D5 não apresentaram essa condição. É provável que as camadas D4 e D5 estivessem saturadas ou em condições muito próximas da saturação hídrica com água capilar em sua maior parte, e somente com algumas porções com água livre associadas aos canais de raízes. Desta forma, somente as camadas mais superficiais (D1 e D2) apresentavam condições de saturação com água livre, sugerindo a ocorrência do lençol suspenso. Além disso, as camadas D4, D5 e Do1 apresentaram textura argilosa ou muito argilosa, contribuindo assim para a formação de um lençol suspenso nas camadas sobrejacentes.

Todas essas camadas apresentaram Fe^{2+} com intensidade média a forte, ao final da estação seca, denotando assim um ambiente predominantemente anaeróbico e quimicamente redutor, seja associado à saturação por água livre ou capilar.

Entre 106 e 130/135 cm, não foi possível realizar a coleta do material, pelo fato do mesmo estar em estado fluído, o que indica a ocorrência de uma segunda

camada saturada com água livre, possivelmente um segundo lençol suspenso. Na camada subjacente, Do3, os materiais organominerais não aparentavam estar saturados com água livre mas, conforme mencionado anteriormente, houve dificuldades em estimar a condição hídrica desse tipo de material.

Cabe mencionar que a coleta e descrição nesse ponto foram realizadas no final do inverno, sendo possível que, com o aumento da precipitação na estação chuvosa, todo o perfil vertical nesse setor permaneça saturado com água livre, formando uma só zona saturada contínua.

Ponto F2

O ponto F2, quando comparado ao F1, apresenta propriedades hidromórficas menos acentuadas nos horizontes mais próximos da superfície. Somente a partir da camada de transição DaBg é que os depósitos apresentaram Fe^{2+} , condição que conferiu a essa camada e às subjacentes grau elevado ou máximo de hidromorfia.

Essa diferença entre os pontos F1 e F2 deve-se à hidrodinâmica distinta nas camadas ou horizontes próximos da superfície em cada um dos pontos. No ponto F2, as camadas mais próximas da superfície não estão sujeitas à influência da água oriunda do setor à montante, como ocorre no F1, e por isso as propriedades hidromórficas mais intensas apareceram somente em camadas um pouco mais profundas.

Quanto aos níveis d'água nesse ponto, não há certeza se os valores registrados referem-se ao lençol freático ou a um lençol suspenso. Durante a descrição dos solos e depósitos, realizada em 05/09/12, observou-se que as camadas DaBg, Da e Da/Do, entre 40 e 80 cm de profundidade, estavam saturadas com água livre, demonstrando que havia ali uma zona saturada. Entretanto, houve dificuldade em determinar as condições hídricas dos materiais subjacentes, pelo fato de consistirem em materiais organominerais.

Os níveis d'água registrados entre os meses de agosto de 2012 e março de 2013 apresentaram pequena variação, com valores entre 48 e 53 cm de

profundidade. Houve apenas uma exceção, que consistiu na medição realizada no início de janeiro de 2013, quando o nível d'água estava a 34 cm de profundidade. Nos dias anteriores à realização dessa medição, haviam ocorrido eventos de precipitação intensa, e, portanto, o valor registrado deve corresponder a uma elevação do lençol (suspensão ou freático) como resposta a esses eventos.

Esse nível menos profundo, de 34 cm, está inserido no horizonte Bg. É provável que o lençol oscile com frequência através desse horizonte ao longo da estação chuvosa, principalmente nos períodos de precipitação intensa ou prolongada dessa estação. Sugere-se que a formação de propriedades hidromórficas relativamente acentuadas no horizonte Bg (matriz com baixo croma e concentrações de Fe em abundância) se deva a essa oscilação frequente do nível d'água, com a alternância entre condições redutoras e oxidantes na estação chuvosa.

9.5 Considerações a respeito da dinâmica fluvial de inundações na planície do Perfil Transversal A

Com base nos fundamentos teórico-conceituais referentes à formação de solos em planícies e sua relação com as taxas de deposição (Bridge, 2003; Kraus, 1999; Bown & Kraus, 1987), realizou-se uma avaliação das características dos pontos localizados na planície do Perfil Transversal A a fim de obter noções a respeito da dinâmica fluvial atual e subatual de inundações e de deposição de sedimentos neste setor.

Com exceção do ponto P4, localizado nas margens do canal fluvial, os demais pontos caracterizados na planície apresentaram um conjunto de características associadas predominantemente a processos pedogenéticos, e não a processos deposicionais fluviais, nos horizontes mais próximos da superfície. As principais características que indicaram a formação de perfis de solos nesses pontos foram as seguintes:

- Diferenciação vertical decorrente de processos pedogenéticos, com presença de horizontes A, B, e em alguns casos horizontes de transição AB ou BA;
- Presença de estrutura pedogenética nos horizontes A e em alguns dos sub-horizontes do horizonte B, ainda que de forma incipiente em alguns casos;
- Ausência de estratificação sedimentar;

Desta forma sugere-se que, nos pontos P1, P2, P3 e P5, as taxas de deposição atuais e sub-atuais são de maneira geral baixas, propiciando o desenvolvimento de perfis pedogenéticos nos horizontes mais próximos da superfície.

O P4 foi o único ponto a não apresentar um perfil pedogenético significativamente desenvolvido, e o único a possuir camadas com predomínio de areia na maior parte do perfil. Seu perfil vertical apresentou textura entre franco arenosa e franca na camada mais superficial (até 11 cm de profundidade), e textura “areia franca” nas duas camadas subjacentes. Nessas camadas mais superficiais, houve um predomínio das frações “areia fina” e “areia muito fina”, com uma pequena contribuição de areia média. Esses dados fornecem noções a respeito da competência do rio durante os episódios de transbordamento,

carreando areia fina e muito fina, mas não conseguindo transportar areia média em quantidade significativa para além de suas margens.

Embora as camadas superficiais do ponto P4 não apresentem areia grossa e muito grossa, considera-se que, sob o aspecto textural, esse ponto está localizado numa morfologia correspondente a um dique marginal, em função de suas características texturais bem mais arenosas do que as dos horizontes superficiais dos pontos mais distantes do canal.

No ponto P4 também foram observados indícios de deposição recente, situados acima da serrapilheira. Em um dos trabalhos de campo realizados no mês de fevereiro (dia 22/02/13), observou-se que havia ocorrido um episódio de transbordamento do canal fluvial, associado ao evento de precipitação de 70 mm ocorrido entre os dias 19 e 20. O aparecimento de areia lavada depositada em porções ao longo das margens do canal foi o indício de que esse processo havia ocorrido. Tais depósitos de areia não foram encontrados em áreas mais distantes do canal, somente nas suas margens. Desta forma, ficou aparente que o transbordamento se restringiu à faixa marginal ao rio, ou então que, se houve inundação em outros setores da planície, não ocorreu deposição de sedimentos na fração areia de forma significativa.

Assim, as características do ponto P4 indicam maiores taxas de deposição em períodos atuais e subatuais, em comparação com os demais pontos caracterizados na planície.

Algumas observações realizadas em incursões à montante e à jusante do Perfil Transversal A também auxiliaram no estabelecimento de proposições a respeito a dinâmica fluvial de inundações. Nessas áreas, foram observadas variações morfométricas na superfície da planície, como patamares ligeiramente mais elevados e depressões (com até 8 cm de profundidade aproximadamente), estas últimas com formatos diversos, mas em alguns casos lineares. Parte dessas morfologias deprimidas possuía conexão com o canal fluvial, funcionando como caminhos preferenciais das águas das inundações fluviais.

Assim, durante os eventos de transbordamento, essas depressões seriam as primeiras morfologias da planície a receber os fluxos da inundação, além da faixa marginal ao canal fluvial. As demais áreas da planície, por sua vez, só receberiam os fluxos de inundação em um segundo momento, caso a vazão do canal fluvial continuasse a aumentar.

Os pontos P1, P2, P3 e P5 não estão localizados nessas morfologias deprimidas, e, portanto, não devem receber de forma preferencial os fluxos fluviais quando da ocorrência do transbordamento do canal.

Considerando essa condição de localização dos pontos P1, P2, P3 e P5, assim como o desenvolvimento pedogenético em seus horizontes superficiais e a ocorrência de texturas franco-argilo-siltosa, argila e argila-siltosa na maioria deles, propõe-se que tais pontos estão situados em setores menos sujeitos à inundação fluvial, quando comparados à faixa marginal ao canal fluvial (dique marginal) e às morfologias deprimidas presentes ao longo da planície. Portanto, sugere-se que nos pontos P1, P2, P3 e P5, a inundação fluvial é menos frequente e que, quando esta ocorre, são depositados predominantemente sedimentos mais finos (silte e argila). Essas consistem nas proposições a respeito das tendências espaciais hidrodinâmicas associadas à inundação fluvial na planície, elaboradas a partir da análise das características do solos e depósitos e da morfologia do relevo da planície.

10. CONCLUSÕES

Neste estudo caracterizamos e analisamos sistemas hidrogeomorfológicos distintos (sistemas de vertente e de fundos de vale, com e sem planície fluvial) e setores de transição entre esses sistemas, que abrangeram perfis de solos e de depósitos com características diversas, influenciados por processos hidrológicos distintos, superficiais e subsuperficiais.

Com relação aos setores de transição entre esses sistemas, detalhamos as transições entre perfis pedológicos formados nas vertentes, perfis formados a partir de depósitos coluvionares, e perfis com depósitos fluviais e organominerais. Tais transições foram representadas graficamente, propiciando a visualização de sua espacialidade.

Na planície fluvial estudada foram identificadas e caracterizadas morfologias tais como a *backswamp* e o dique marginal, representando assim alguns dos tipos de morfologias de planície descritas no conhecimento tradicional em geomorfologia fluvial.

Nos pontos e setores selecionados para o estudo, a caracterização e análise detalhada da morfologia dos solos e dos depósitos revelou gradações de intensidade entre suas propriedades hidromórficas. Com essa base, elaboramos uma proposta de classificação dos horizontes pedológicos e camadas dos perfis estudados de acordo com graus de hidromorfia. Foram então construídas representações gráficas bidimensionais que permitiram a visualização da distribuição espacial dos diferentes graus de hidromorfia identificados.

Desta forma, demonstramos tendências gerais no que se refere à ocorrência das propriedades hidromórficas e à distribuição de seus graus de hidromorfia. De maneira geral, observou-se o aumento do grau de hidromorfia nos perfis verticais com o aumento da profundidade, seja na vertente, na planície fluvial ou no fundo do vale sem planície. Comparando os pontos do setor inferior da vertente com os pontos localizados nos fundos de vale, também identificamos as seguintes diferenças e padrões gerais: (i) nas vertentes, ocorrem transições verticais mais suaves e graduais, partindo dos graus de hidromorfia mais baixos aos mais elevados; (ii) na planície do Perfil Transversal A e no fundo do vale do Perfil Transversal B não há ocorrência de graus de hidromorfia mais baixos (graus 1 e 2), havendo predomínio de graus de hidromorfia médios, elevados e grau

máximo, sendo que os solos e depósitos com graus elevado e máximo ocorrem desde horizontes mais próximos da superfície, quando comparados aos perfis situados nas vertentes; (iii) nos horizontes e camadas da planície e do fundo do vale há maior quantidade de concentrações de Fe (massas, revestimentos/filmes) quando comparado aos horizontes da vertente.

O registro dos níveis d'água e a observação das condições hídricas das amostras coletadas em campo propiciaram em alguns casos a identificação de lençóis suspensos e do lençol freático, assim como de seus níveis de oscilação nos meses em que se efetuou o monitoramento. Em alguns casos também se identificou a franja capilar associada ao lençol freático ou lençol suspenso. Também foram identificados horizontes e camadas com condições heterogêneas sob o aspecto da saturação hídrica, com algumas partes saturadas com água livre, e outras não saturadas ou muito próximas da saturação hídrica com água capilar.

Nas análises apresentadas, as condições hídricas registradas foram relacionadas aos diferentes tipos de materiais encontrados (depósitos arenosos, argilosos, organominerais), evidenciando hidrodinâmicas distintas nos perfis estudados, condicionadas pelo tipo de material presente.

Com essas observações, demonstramos a complexidade das condições hídricas subsuperficiais e contribuímos para o conhecimento da hidrologia no setor inferior de vertentes e em fundos de vale.

Cabe mencionar que os valores dos níveis d'água registrados¹ não expressam o regime hidrológico dos pontos estudados, uma vez que para isso seria necessário um monitoramento a longo prazo. Contudo, esses valores forneceram noções aproximadas a respeito dos níveis médio, mínimo e máximo atingidos pelas zonas saturadas. As informações a respeito dos níveis d'água também serviram para comprovar que certos setores passam atualmente por condições de saturação hídrica, mostrando que as propriedades hidromórficas observadas possuem relação com o regime hídrico atual, não sendo, portanto, relictuais.

¹ Com relação à técnica utilizada para medição dos níveis d'água, considera-se que ela foi adequada em diversos casos, entretanto, nos casos em que foram encontradas condições heterogêneas sob o aspecto da saturação hídrica (por exemplo, em horizontes ou camadas parcialmente saturados com água livre) e nos casos em que foram encontrados materiais organominerais, consideramos que essa técnica não foi adequada para fornecer informações precisas a respeito do nível da zona saturada.

A partir da correlação entre os graus de hidromorfia (com suas respectivas propriedades hidromórficas) e os dados referentes aos níveis d'água, apresentamos proposições a respeito do regime de saturação hídrica, com a indicação de parâmetros qualitativos a respeito da duração e da frequência dos eventos de saturação nas camadas ou horizontes dos perfis estudados.

Com essa base, identificamos nos perfis pedológicos e deposicionais estudados as seguintes correlações entre os graus de hidromorfia e o regime hídrico: (i) horizontes e camadas com propriedades hidromórficas muito acentuadas, associadas ao grau máximo de hidromorfia (grau 7), que permanecem longos períodos (vários meses ao ano) ou o ano todo sob condições de saturação hídrica; (ii) horizontes e camadas com propriedades hidromórficas acentuadas, associadas a graus elevados ou máximo de hidromorfia (graus 6.1, 6.2 e 7), que permanecem sob condições de saturação hídrica durante parte da estação chuvosa ou durante e após os períodos mais chuvosos; (iii) horizontes com graus de hidromorfia mais baixos (1, 2 e 3), localizados na maioria dos casos na vertente e próximos da superfície, que permanecem sob condições de saturação hídrica por pouco tempo (alguns dias) e/ou passam por essas condições com baixa frequência, somente quando da ocorrência de eventos de precipitação bastante intensa e prolongada na estação chuvosa, ou somente após eventos extremos de precipitação que promovem a elevação da zona saturada até horizontes mais próximos da superfície; (iv) horizontes e camadas com graus de hidromorfia intermediários (graus 4 e 5), que apresentam regimes de saturação hídrica intermediários entre os graus mais baixos e os mais elevados; (v) horizontes e camadas localizados nos fundos de vale, com grau de hidromorfia médio a elevado (graus 5, 6.1 e 6.2) e grande quantidade de concentrações de Fe (superior a 20%), formadas por um regime hídrico caracterizado pela oscilação frequente do lençol freático ou lençol suspenso.

A partir dos resultados obtidos, comprovou-se a hipótese colocada no início desta pesquisa, de que as propriedades hidromórficas apresentam gradações de intensidade, as quais refletem gradações no regime de saturação hídrica, sendo assim possível estabelecer graus de hidromorfia e classificar os solos e depósitos hidromórficos desta maneira.

Com relação à proposta de graus de hidromorfia aqui apresentada, é necessário enfatizar que ela foi desenvolvida com base nas características dos

materiais dos perfis estudados. Outras regiões, com características geográficas distintas das encontradas nesta área de estudo, podem apresentar padrões de propriedades hidromórficas diferentes. Por exemplo, em regiões com solos ricos em ferro, que apresentam matizes 5YR ou mais vermelhos, as propriedades hidromórficas podem ter características distintas das observadas nesta pesquisa (com cores ou intensidades das cores diferentes), mesmo que os regimes de saturação hídrica sejam semelhantes.

Ao desenvolver e aplicar propostas como essa, é preciso considerar que as propriedades hidromórficas resultam da combinação de diversos fatores e condições. Portanto, ainda que o regime hídrico de saturação e as condições anaeróbicas decorrentes sejam preponderantes na formação dessas feições, também há outros fatores que exercem influência, como as características mineralógicas do material de origem, a presença ou ausência de matéria orgânica oxidável, as características da solução do solo, a interferência de processos de deposição fluvial, entre outros.

Também é necessário destacar que a análise e a interpretação das propriedades hidromórficas, principalmente das feições redoximórficas, devem ser realizadas de forma a considerar o contexto sazonal no qual as descrições de campo são efetuadas, conforme realizado neste estudo. Esse cuidado é necessário uma vez que em determinadas camadas ou horizontes, as feições redoximórficas podem apresentar características variáveis ao longo das estações ano, ou mesmo em períodos mais curtos. Essa variação decorre da alternância entre condições oxidantes e redutoras, condicionada pelas oscilações da zona saturada, que refletem o regime de precipitações.

Ainda com relação a essa proposta, consideramos que estudos adicionais podem ser realizados no sentido de desenvolver certos aspectos que foram menos aprofundados neste trabalho, principalmente no que diz respeito às propriedades hidromórficas relacionadas ao acúmulo de matéria orgânica.

As caracterizações e análises desenvolvidas neste estudo também propiciaram o estabelecimento de proposições a respeito de tendências espaciais hidrodinâmicas relacionadas aos processos de inundação atuais e subatuais na planície do Perfil Transversal A. Com base nas características pedogenéticas e texturais apresentadas pelos materiais analisados, e nas características da morfologia do relevo da planície, propusemos que a faixa imediatamente adjacente

ao canal fluvial, correspondente a uma morfologia de dique marginal, e algumas morfologias deprimidas na planície, recebem preferencialmente os fluxos fluviais de transbordamento e apresentam taxas de deposição mais elevadas. Já para os demais setores da planície, propusemos que os eventos de inundação são menos frequentes e que as taxas de deposição são mais baixas (com predomínio da deposição de sedimentos finos) quando comparados à faixa marginal ao canal e às morfologias deprimidas.

Consideramos que esse estudo contribuiu de forma inédita para campos específicos do conhecimento em pedologia e em sua interface com a hidrologia e geomorfologia fluvial, ao detalhar as propriedades hidromórficas e desenvolver uma proposta para sua classificação segundo graus de hidromorfia. De acordo com as pesquisas bibliográficas efetuadas ao longo deste estudo, poucos trabalhos desenvolveram esse tipo de proposta, a maioria deles nos Estados Unidos, não tendo sido encontrado no Brasil nenhum estudo que abordasse esse tema específico, tal como realizado na presente pesquisa.

É importante mencionar que a maior parte dos perfis de solos e depósitos caracterizados na planície fluvial do Perfil Transversal A e no fundo do vale do Perfil Transversal B se enquadra na classificação de “Gleissolos”, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Entretanto, o nível de detalhe no qual foram realizadas as descrições revelou que os solos classificados como Gleissolos apresentam padrões diversos no que se refere às características de suas propriedades hidromórficas, o que permite a sua subdivisão de acordo com a intensidade dessas propriedades. Assim, este estudo propiciou um detalhamento e aprofundamento das características morfológicas dos Gleissolos, que geralmente não é realizado em trabalhos de caracterização e/ou mapeamento de solos.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. A Serra do Japi, sua origem geomorfológica e a teoria dos refúgios. In: MORELLATO, L.P.C. (org.). *In: História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Campinas: Editora da UNICAMP/FAPESP (co-edição), 1992.
- ALMEIDA, F. F. M. de. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. *Boletim IGC*. São Paulo: Instituto Geográfico e Geológico, n. 41, p. 168-274, 1974.
- ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: um esboço metodológico. *Caderno de ciências da terra - Revista IGEO/USP*. São Paulo: USP, n. 13, 1971.
- BLAVET D.; MATHE E.; LEPRUN J.C. Relations between soil colour and waterlogging duration in a representative hillside of the West African granito-gneissic bedrock. *Catena* 39, 187-210, 2000.
- BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, Campinas, S.B.C.S, 1988.
- BOWN, T. M.; KRAUS, M. J. Integration of Channel and Floodplain Suites, Developmental Sequence and Lateral Relations of Alluvial Paleosols. *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 57, N. 4, July, 1987.
- BRIDGE, J. S. *Rivers and Floodplains - Forms, Processes and Sedimentary Record*. Blackwell Science Ltd, Oxford, 2003.
- BROWN, A. G. *Geomorphology and Groundwater*. England: John Wiley & Sons Ltd., 1995
- BUOL, S.W., SOUTHARD, R.J., GRAHAM, R.C.; MCDANIEL, P.A. *Soil Genesis and Classification*, 5th ed. Iowa State Press Ames, IA, 2003.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo (Boletim Técnico, 106), 2009.
- CATHARINO, E. L. M.; BERNACCI, L. C.; FRANCO, G. A. D. C.; DURIGAN, G.; METZGER, J. P. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota neotropica*, Campinas, SP, v. 6, n. 2, p. 1-22, 2006. Disponível em <<http://www.biotaneotropica.org.br>> Acesso: 20/01/2007.
- CHRISTOFOLETTI, A. Vertentes: Processos e formas. In: _____. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 1974.
- CHRISTOFOLETTI, A.; TAVARES A. C. Análise de vertentes: caracterização e correlação de atributos do sistema. *Notícia Geomorfológica*. Campinas, v. 17, n. 34, p. 65-83, 1977.

COLLINS, M. E.; KUHEL, R. J. Organic matter accumulation and organic soils. In: Richardson, J.L. and Vepraskas, M.J. *Wetland Soils; Genesis, hydrology, landscapes, and classification*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 2001.

COLTRINARI, L. Um exemplo de carta geomorfológica de detalhe: a carta do Médio Vale do rio Parateí, SP (1:25.000). In: *Revista do Departamento de Geografia*, n.1, USP. São Paulo, p. 55-63, 1982.

CORNELL, R.M.; SCHWERTMANN, U. *The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences and uses*. 2ª ed., Weinheim: Wiley VCH, 2003.

COUTARD, J.P.; PELLERIN, J.; AGUIAR, M.B.; COLTRINARI, L. Carta do modelado e das formações superficiais do médio vale do rio Parateí, SP - Memorial explicativo e carta – USP, Instituto de Geografia, Série Sedimentologia e Pedologia (9), 35p., São Paulo, 1978.

COUTO, W.; SANZONOWICZ, C.; BARCELLOS, A. de O. Factors affecting oxidation reduction processes in an Oxisol with a seasonal water table. *Soil Science Society American Journal*, 49:1245-1248, 1985.

CRAFT, C.B. *Biology of wetland soils*. In: Richardson, J.L. and Vepraskas, M.J. *Wetland Soils; Genesis, hydrology, landscapes, and classification*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 2001.

CROWN P. H.; HOFFMAN D. W. Relationship between water table levels and type of mottles in four Ontario gleysols. *Canadian Journal of Soil Science*, 50, 453-455, 1970.

CRUZ, O. Alguns conhecimentos básicos para a fotointerpretação. In: *Aerofotogeografia*, (25). São Paulo: IGEOG/USP, 1981.

DIAS FERREIRA, R. P. *Solos e morfogênese em São Pedro*. Tese de Doutorado. Depto. de Geografia - FFLCH, Universidade de São Paulo-USP, 157p., 1997.

DORRONSORO, C.; ALONSO, P. y RODRIGUEZ, T. La hidromorfía y sus rasgos micromorfológicos. Una revisión. *Ana. Edaf. y Agrob.* XLVII, 243-278, 1988.

DUNNE, T. & LEOPOLD, LB. *Water in Environmental Planning*. W.H. Freeman and Company, New York, 1978.

DUNNE, T. MOORE, T.R., & TAYLOR, C.H. 1975. Recognition and prediction of runoff-producing zones in humid regions. *Hydrological Sciences Bulletin*. 20(3):305-327

DYLIK, J. Notion du versant em géomorphologie. *Bull. Acad. Polon. des Sciences*, 16(2); 125-132, 1968a. Trechos traduzidos por Lílian Coltrinari e disponibilizados na disciplina FLG – 1550 do Depto de Geografia – FFLCH / USP

DYLIK, J. The significance of the slope in geomorphology. *Bulletin de la Société des Sciences et des Lettres de Łódź*, v.19, n.13, p. 1-17, 1968b.

Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Definição e notação de horizontes e camadas do solo*. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1988.

Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997.

Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2º edição, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2006.

FANNING, D.S. & FANNING, M.C.B. *Soil: morphology, genesis, and classification*. New York, John Wiley & Sons, 1989.

FRANZMEIER, D.P.; YAHNER, J. E.; STEINHARDT, G. C.; SINCLAIR, H.R. Color patterns and water table levels in some Indiana soils. *Soil Science Society of America Journal*, 47: 1196-1202, 1983.

GREGORY, M., CUNNINGHAM, B., SCHMIDT, M., and MACK, B. Estimating Soil Storage Capacity for Stormwater Modeling Applications. *6th Biennial Stormwater Research and Watershed Management Conference*, Southwest Florida Water Management District, pp. 1-14, 1999. Disponível em: <<http://www.p2pays.org/ref/41/40231.pdf>> Acesso: 04/03/2012

GRIGOROWITSCHS, H. *Estudo morfológico e pedológico em uma vertente amostral na Reserva Florestal do Morro Grande, Planalto de Ibiúna*. Trabalho de Graduação Individual – Depto. de Geografia – FFLCH/ USP. Orientação: Profª Drª Cleide Rodrigues, 2009.

HART, M. G. *Geomorphology, pure and applied*. George Allen and Unwin, Londres, 1986.

HE, X., M.J. VEPRASKAS, D.L. Lindbo and R.W. Skaggs, 2003. A method to predict soil saturation frequency and duration from soil color. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67: 961-969.

HURT, G. W.; CARLISLE, V. W. Delineating hydric soils. In: Richardson, J.L. and Vepraskas, M.J. *Wetland Soils; Genesis, hydrology, landscapes, and classification*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 2001.

JENSEN J. R. *Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

JIEN, S.H.; HSEU, Z.Y.; CHEN, Z.S. Relations between Morphological color index and soil wetness condition of Anthraquic soils in Taiwan. *Soil Science*, 169:871-882, 2004.

KÄMPF, N. & CURI, N. Óxidos de ferro: Indicadores de ambientes pedogênicos e geoquímicos. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. & SCHAEFER, C.E.G.R., eds. *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1. p.107-138, 2000.

KNIGHTON, D. *Fluvial Forms and processes. A new perspective*. London, Hodder Education, 1998.

KRAUS, M.J. Paleosols in clastic sedimentary rocks: their geologic applications. *Earth Science Reviews*, 47: 41-70, 1999.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. *Fluvial processes in geomorphology*. W. H. Freeman, San Francisco, California, USA, 1964.

LINDBO, D. L.; RICHARDSON, J. L. Hydric soils and wetlands in riverine systems. In: *Wetland Soils: Genesis, Hydrology, Landscapes and Classification*. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, 2001.

LINDBO, D. L.; STOLT, M. H.; VEPRASKAS, M. Redoximorphic features. In: STOOPS, G.; MARCELINO, V.; MEES, F. (eds.) *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths*. Elsevier, Amsterdam, 129-147, 2010.

LOVLEY, D. R. Microbial Fe(III) reduction in subsurface environments. *FEMS Microbiology Reviews*, 20: 305–313, 1997.

LUZ, R. A. *Os Solos do Setor Nordeste da Reserva Florestal do Morro Grande e a sua Relação com os Compartimentos do Relevo*. Trabalho de Graduação Individual – Depto. De Geografia – FFLCH/ USP. Orientação: Rosely Pacheco Dias Ferreira, 2007.

MATSUI, A. N.; LINGUANOTO, M.; UTIMURA, T.Y. *Química 3*. São Paulo: FTD, 1987.

METZGER, J. P.; ALVES, L.; GOULART, W.; TEIXEIRA, A. M. G.; SIMÕES, S. J.; CATHARINO, E. L. M. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. *Biota neotropica*, Campinas, SP, v. 6, n. 2, p. 1-28, 2006a. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br> > Acesso: 26/10/2006.

METZGER, J. P.; ALVES, L.; PARDINI, R.; DIXO, M.; NOGUEIRA, A. A.; NEGRÃO, M. de F.; MARTENSEN, A. C.; CATHARINO, E. L. Características ecológicas e implicações para a conservação da Reserva Florestal do Morro Grande. *Biota neotropica*, Campinas, SP, v. 6, n. 2, p. 1-15, 2006b. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br> > Acesso: 26/10/2006.

MITSCH, W.J. & GOSSELINK, J.G. *Wetlands*. Second Edition, Van Nostrand Reinhold Company: New York, 1993.

MONTEIRO, C. A. *Geossistemas: a história de uma procura*. São Paulo: Contexto, 2001.

MUNSELL COLOR COMPANY. *Munsell Soil Color Charts* Revised Edition. New Windsor, NY. Macbeth Division of Kollmorgen, 2009.

OLIVEIRA, J.B. De; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. *Classes gerais de solos do Brasil. Guia para reconhecimento*. 2. ed., Jaboticabal: FUNEP, 1992

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERADO FILHO, B. Mapa pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000. *Campinas: IA*, 1999.

PEREZ FILHO, A.; DONZELLI, J.L.; LEPSCH, I.F. Relação Solo - Geomorfologia em Várzea do Rio Moji-Guaçu - SP. *Rev. Brasileira de Ciência do solo*, v. 4, n. 3, p. 39-0, 1980.

PITTY, A.F. A simple device for the field measurement of hillslopes. *Journal of Geology*, v. 76, p. 717-720, 1968.

PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soil. *Advances in Agronomy*, New York, v.24, p.29-96, 1972. Em: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAA956.pdf Acesso: 02/11/2011

QUEIROZ NETO, J. P. Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil. In: *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, Campinas, S.B.C.S, 1988.

REINECK, H.E., and SINGH, I.B., 1980, *Depositional Sedimentary Environments*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 549 pp.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos ambientais. *Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo, Deptº de Geografia/USP, n.14, p.69-77, 2001.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*, escala 1:500.000. Laboratório de Geomorfologia Depto. Geografia – FFLCH – USP/ Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT / FAPESP, 1997.

SANTANA, C. L. *Geomorfologia da planície fluvial do rio Ribeira de Iguape entre Sete Barras e Eldorado (SP): subsídios ao planejamento físico-territorial de áreas inundáveis*. Tese de mestrado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) Orientadora: Cleide Rodrigues, 2008.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; DOS SANTOS, H.G.; KER, J. C.; DOS ANJOS, L.H.C. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SAVIGEAR, R. A. G. A technique of morphological mapping. *Annals of the Association of American Geographers*, 55, 514-538, 1965.

SCHOENEBERGER, P.J.; WYSOCKI, D.A.; BENHAM, E.C.; BRODERSON, W.D. (editors), 2002. *Field book for describing and sampling soils, Version 2.0*. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE. Em: <<http://soils.usda.gov/technical/fieldbook/>> Acesso: 13/01/2012

SCHOENEBERGER, P.J., WYSOCKI, D.A., BENHAM, E.C. & Soil Survey Staff. 2012. *Field book for describing and sampling soils, Version 3.0*. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

SCHWERTMANN, U. & TAYLOR, R.M. Iron oxides. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B., eds. *Minerals in soil environments*. Madison, Soil Science Society of America, 1989.

SELBY, M. J. Water on hillslopes. In: _____. *Hillslope Materials and Processes*, Oxford: Oxford University Press, 1982.

SETZER, J. Distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geografia*, 8(1):3-69, 1946.

SIMONSON, G.H. & BOERSMA, L. 1972. Soil morphology and water table relations: II. Correlation between annual water table fluctuations and profile features. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 36:649-653.

SOIL SURVEY STAFF. 1999. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd edition. Natural Resources Conservation

Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436. Em: < <http://soils.usda.gov/technical/classification/taxonomy/> > Acesso: 12/01/2012

SOIL SURVEY STAFF. 2010. Keys to Soil Taxonomy, 11th ed. USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington, DC. Em: < http://soils.usda.gov/technical/classification/tax_keys/ > Acesso: 12/01/2012

SOIL SURVEY STAFF. *Soil Survey Laboratory methods manual*. Version 4.0. R. Burt, Ed. Soil Survey Investigations Report No. 42. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC, 2004. Em: < <http://soils.usda.gov/technical/lmm/> > Acesso: 18/06/2012

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. *Métodos em questão* – I GEOG/USP. São Paulo: USP, n. 16, p. 1-52, 1977.

TASSINARI, C.; LAGACHERIE, P.; BOUZIGUES, R.; LEGROS, J. P. Estimating soil water saturation from morphological soil indicators in a pedologically contrasted Mediterranean region. *Geoderma*, Amsterdam, v.108, n.3-4, p.225-235, 2002.

TICEHURST, J. L.; CRESSWELL, H. P.; MCKENZIE, N. J.; GLOVER, M. R. Interpreting soil and topographic properties to conceptualise hillslope hydrology. *Geoderma*, vol. 137, no. 3, pp. 279-292, 2007.

USDA, NRCS (United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service). *Field Indicators of Hydric Soils in the United States*, Version 7.0. L.M. Vasilas, G.W. Hurt, and C.V. Noble (eds.). USDA, NRCS, in cooperation with the National Technical Committee for Hydric Soils, 2010.

VENEMAN, P. L. M.; VEPRASKAS, M. J & BOUMA, J. The physical significance of soil mottling in a Wisconsin toposequence. *Geoderma* 15:103–118, 1976.

VEPRASKAS, M.J. *Redoximorphic features for identifying aquic conditions*. Tech. Bull. 301, North Carolina Agricultural Research Service, Raleigh, NC, 1992.

VEPRASKAS, M.J. Morphological features of seasonally reduced soils. In: Richardson, J.L. and Vepraskas, M.J. *Wetland Soils; Genesis, hydrology, landscapes, and classification*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 2001

VEPRASKAS, M.J. & FAULKNER, S.P. Redox Chemistry of hydric soils. In: Richardson, J.L. and Vepraskas, M.J. *Wetland Soils; Genesis, hydrology, landscapes, and classification*, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 2001.

YOUNG, A. Profile form. In:_____. *Slopes*. Edinburgh: Oliver & Boyd. p. 136-160, 1972.

YOUNG, A. Slope Profile Survey. *British Geomorphological Research Group – Technical Bulletin nº 11*, England: 1974.

Material cartográfico e fotografias aéreas

BASE AEROFOTOGRAMETRIA E PROJETOS S.A. Obra nº 189. Escala aproximada 1:25.000. Jun/72

EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA. GRANDE SÃO PAULO S.A. (EMPLASA). *Levantamento aerofotogramétrico da Região Metropolitana de São Paulo*. Folhas: Pedro Beicht, Caraguatá, Tijuco Preto, Itatuba. Escala: 1:10.000. São Paulo, 1982.

EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA. GRANDE SÃO PAULO S.A. – EMLASA. *Carta geológica da Região Metropolitana de São Paulo*. Folhas: Osasco, Embu-Guaçu, Juquitiba. São Paulo: Emplasa, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Mapa topográfico*. Folhas: Osasco; Juquitiba; São Roque. Escala: 1:50.000. Rio de Janeiro, 1984.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*: 1:1.000.000. São Paulo: IPT, 1981a.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). *Mapa geológico do Estado de São Paulo*: 1:1.000.000. São Paulo: IPT, 1981b.

ANEXOS

ANEXO 1 - Dados dos postos pluviométricos localizados na Reserva Florestal do Morro Grande/Alto Cotia

Data	Pluviometria Represa Pedro Beicht (L/m ² ou mm)	Pluviometria Represa da Graça (L/m ² ou mm)
01.08.2012	0	0
02.08.2012	0	0
03.08.2012	0	0
04.08.2012	0	0,1
05.08.2012	0	0
06.08.2012	0	0
07.08.2012	0	0
08.08.2012	0	0
09.08.2012	0	0
10.08.2012	0	0
11.08.2012	0	0
12.08.2012	0	0
13.08.2012	0	0
14.08.2012	0	0
15.08.2012	0	0
16.08.2012	0	0
17.08.2012	0	0
18.08.2012	0	0,3
19.08.2012	0	0,2
20.08.2012	0	0,2
21.08.2012	0	0
22.08.2012	0	0
23.08.2012	0	0
24.08.2012	0	0
25.08.2012	0	0,2
26.08.2012	0	0,1
27.08.2012	0	0
28.08.2012	0	0
29.08.2012	0	0
30.08.2012	0	0
31.08.2012	0	0
01.09.2012	0	0,2
02.09.2012	0	0
03.09.2012	0	0
04.09.2012	0	1,4
05.09.2012	0	0
06.09.2012	0	0
07.09.2012	0	0,2
08.09.2012	0	0,1
09.09.2012	0	0
10.09.2012	0	0,2
11.09.2012	0,5	0,2
12.09.2012	0	0,2
13.09.2012	0	0
14.09.2012	0,4	0

Data	Pluviometria Represa Pedro Beicht (L/m ² ou mm)	Pluviometria Represa da Graça (L/m ² ou mm)
15.09.2012	0	0
16.09.2012	0	0,2
17.09.2012	0	0
18.09.2012	0	0
19.09.2012	0	0
20.09.2012	28	37
21.09.2012	0	9,6
22.09.2012	0	4,8
23.09.2012	0	0,1
24.09.2012	7,4	0
25.09.2012	0	0,4
26.09.2012	0	6,4
27.09.2012	0	2,4
28.09.2012	6	0
29.09.2012	0	0,1
30.09.2012	0	0
01.10.2012	0	0
02.10.2012	0	0
03.10.2012	0	0
04.10.2012	0	0
05.10.2012	0	0
06.10.2012	0	3,1
07.10.2012	0	0
08.10.2012	0	0
09.10.2012	0	0
10.10.2012	0	0
11.10.2012	0	2,6
12.10.2012	0	9,8
13.10.2012	6,4	0,9
14.10.2012	0	1,9
15.10.2012	1,6	0
16.10.2012	0	0
17.10.2012	0	11
18.10.2012	9,4	0
19.10.2012	0	0
20.10.2012	0	0
21.10.2012	0	6,1
22.10.2012	5	2
23.10.2012	30	14
24.10.2012	15	20
25.10.2012	0	0,4
26.10.2012	0	0
27.10.2012	0	6
28.10.2012	0	0
29.10.2012	36	48

Data	Pluviometria Represa Pedro Beicht (L/m ² ou mm)	Pluviometria Represa da Graça (L/m ² ou mm)
30.10.2012	0	0
31.10.2012	0	0
01.11.2012	7,4	9
02.11.2012	0	0
03.11.2012	0	0,1
04.11.2012	0	0
05.11.2012	0	0
06.11.2012	0	0
07.11.2012	0	0
08.11.2012	0	0
09.11.2012	5	17
10.11.2012	35	29
11.11.2012	0	0,1
12.11.2012	19	41
13.11.2012	0	26
14.11.2012	0,8	1,4
15.11.2012	0	0
16.11.2012	0	0,5
17.11.2012	0	0
18.11.2012	0	0
19.11.2012	0	0
20.11.2012	1,4	19
21.11.2012	0	0
22.11.2012	0	0
23.11.2012	0	0
24.11.2012	0	0
25.11.2012	0	5,1
26.11.2012	14	0,8
27.11.2012	15	9
28.11.2012	6	22
29.11.2012	0	0
30.11.2012	0	0
01.12.2012	0	0
02.12.2012	27	56,5
03.12.2012	0	0,8
04.12.2012	0	0
05.12.2012	0	0
06.12.2012	0	0
07.12.2012	0	0
08.12.2012	0	0
09.12.2012	0	0,7
10.12.2012	0	0
11.12.2012	0	0
12.12.2012	0	0
13.12.2012	0	0
14.12.2012	25	62
15.12.2012	0	14

Data	Pluviometria Represa Pedro Beicht (L/m ² ou mm)	Pluviometria Represa da Graça (L/m ² ou mm)
16.12.2012	61	39,5
17.12.2012	3,6	5
18.12.2012	0	4,4
19.12.2012	0	0
20.12.2012	26	34
21.12.2012	0	48
22.12.2012	0	8
23.12.2012	16	2,5
24.12.2012	0	0,2
25.12.2012	0	0,1
26.12.2012	0	0
27.12.2012	0	0
28.12.2012	25	48
29.12.2012	0	0,3
30.12.2012	0	19,6
31.12.2012	66	64
01.01.2013	0	0
02.01.2013	5	6
03.01.2013	0,8	1,4
04.01.2013	0	6
05.01.2013	0	0
06.01.2013	0	0
07.01.2013	2	0
08.01.2013	0	0
09.01.2013	0	1,8
10.01.2013	0	5,6
11.01.2013	0	9
12.01.2013	0	0,1
13.01.2013	46	13,7
14.01.2013	10,6	16
15.01.2013	30	19
16.01.2013	0	4,6
17.01.2013	5	4,4
18.01.2013	0	0
19.01.2013	0	2,5
20.01.2013	19	14
21.01.2013	0	0,4
22.01.2013	1,8	0
23.01.2013	0	0
24.01.2013	28	20
25.01.2013	0	1,8
26.01.2013	0	3,4
27.01.2013	0	4,8
28.01.2013	11	0
29.01.2013	0	1,4
30.01.2013	0	0,8
31.01.2013	0,8	0

Data	Pluviometria Represa Pedro Beicht (L/m ² ou mm)	Pluviometria Represa da Graça (L/m ² ou mm)
01.02.2013	0	0
02.02.2013	74	29,3
03.02.2013	0	0,3
04.02.2013	0	12
05.02.2013	9	0
06.02.2013	0	0
07.02.2013	0	3,4
08.02.2013	4,8	3,6
09.02.2013	0	8,8
10.02.2013	0	1,7
11.02.2013	28	2,4
12.02.2013	0	0
13.02.2013	1,4	0,8
14.02.2013	0	0
15.02.2013	0	0
16.02.2013	0	10,5
17.02.2013	0	0,3
18.02.2013	6,6	0
19.02.2013	0	5,4
20.02.2013	70	68
21.02.2013	0	0
22.02.2013	0	0
23.02.2013	0	5,3
24.02.2013	5,6	0
25.02.2013	0	0
26.02.2013	0	0
27.02.2013	84	28
28.02.2013	0	0,5
01.03.2013	0	0
02.03.2013	0	0
03.03.2013	0	0
04.03.2013	0	0
05.03.2013	0	0
06.03.2013	0	6
07.03.2013	9	4,2
08.03.2013	0	40
09.03.2013	0	5,9
10.03.2013	0	21,2
11.03.2013	64	15
12.03.2013	0	14,6
13.03.2013	0	4,3
14.03.2013	0	9,4
15.03.2013	22	1,4
16.03.2013	0	15,5
17.03.2013	0	6,7
18.03.2013	12	15
19.03.2013	0	1,8

Data	Pluviometria Represa Pedro Beicht (L/m ² ou mm)	Pluviometria Represa da Graça (L/m ² ou mm)
20.03.2013	0	0,8
21.03.2013	0	19,3
22.03.2013	21,4	2,2
23.03.2013	0	0
24.03.2013	0	0,2
25.03.2013	0	19
26.03.2013	11	0
27.03.2013	0	13
28.03.2013	20,8	0
29.03.2013	0	0,5
30.03.2013	0	0,9
31.03.2013	0	0

Fonte: Dados fornecidos por José R. Nali/
SABESP

ANEXO 2 – Valores dos níveis d'água registrados

PERFIL TRANSVERSAL A

PONTO V1

Data da medição	04/11/12	08/11/12	01/12/12	08/01/13	19/02/13	22/02/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	156	164	190	138	145	126

PONTO V2

Data da medição	08/11/12	20/11/12	01/12/12	08/01/13	19/02/13	22/02/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	145	126	134	120	119	105

PONTO V3

Data da medição	08/11/12	20/11/12	01/12/12	05/01/13	08/01/13	19/02/13	22/02/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	97	91	94	66	79	73	64

PONTO S1

Data da medição	04/11/12	11/02/13	22/02/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	40	22	15

PONTO P1

Data da medição	04/11/12	20/11/12	01/12/12	05/01/13	22/02/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	44,5	50	57	39	27

PONTO P2

Data da medição	04/11/12	20/11/12	01/12/12	05/01/13	22/02/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	55	62	67	52	45

PONTO P3

Data da medição	08/11/12	20/11/12	01/12/12	13/12/12	05/01/13	22/02/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	44	40	42,5	46	42	43

PONTO P5

Data da medição	29/10/12	31/10/12	08/11/12	20/11/12	01/12/12	08/01/13	22/02/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	31	28	50	40	44	34	26,5

PONTO V5

Data da medição	4/11/12	01/12/12	08/01/13	22/02/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	84	84	83	79

Observação: os valores registrados nos pontos S2 e V4 não são aqui apresentados, em função dos motivos expostos na análise e discussão dos resultados

PERFIL TRANSVERSAL B**PONTO V1**

Data da medição	10/10/12	08/11/12	29/12/12	05/03/12
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	120	81	77	40

PONTO V2

Data da medição	19/09/12	10/10/12	29/12/12	01/01/13	05/03/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	68	62	55	38	45

PONTO F1

Data da medição	19/09/12	10/10/12	08/11/12	02/03/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	13	18	17	5

PONTO F2

Data da medição	05/09/12	18/10/12	08/11/12	01/01/13	05/03/13
Profundidade do nível d'água a partir da superfície (cm)	51	48	52	34	53

ANEXO 3 - Valores dos ângulos de inclinação do terreno ao longo do Perfil Transversal A

MARGEM ESQUERDA*	
Nº da medição	Ângulo de inclinação do terreno
1	13.5
2	15.5
3	19
4	9.5
5	20.5
6	19.5
7	19.5
8	18.5
9	18.5
10	18
11	21
12	19.5
13	24
14	21.5
15	20.5
16	19.5
17	17.5
18	15
19	18.5
20	22.5
21	8.5
22	4
23	3.5
24	+0,5
25	0.5
26	2.5
27	5.5
28	0
29	2
30	0.75
31	+5
32	6.5
33	3.5
34	2.5
35	+0,75
36	1
37	2
38	+1
39	+1
40	0.5
41	9
42	+8,5
43	2
44	+2,5
45	1.5
46	+0,75
47	5
48	3
49	4
50	0.5
51	+1,5
52	0.5
53	1.5
54	4.5
55	2.5
56	+3,5
57	+0,5

MARGEM DIREITA**	
Nº da medição	Ângulo de inclinação do terreno
1	9
2	12.5
3	15
4	8.5
5	11.5
6	14
7	4.5
8	8.5
9	11.5
10	10.25
11	11
12	8
13	9
14	10.25
15	9.5
16	9.5
17	9.5
18	10
19	15
20	9
21	12.5
22	10.5
23	10.75
24	8.5
25	15.5
26	5
27	5
28	3
29	2
30	3.5
31	0.5
32	+0,5
33	0
34	+0,25
35	+3
36	0
37	3.5
38	4.5
39	+1
40	1.5
41	1.5
42	0
43	+4,25
44	+1
45	1
46	1
47	+4
48	1.5
49	4.5
50	5.25
51	3.5
52	+6,5

* Margem esquerda: valores das medições partindo da vertente em direção ao canal fluvial

** Margem direita: valores das medições partindo da vertente em direção ao canal fluvial

Observação:

O sinal + na frente do ângulo indica auge do terreno

A ausência de sinal na frente do ângulo significa declive do terreno

ANEXO 3 - Valores dos ângulos de inclinação do terreno ao longo do Perfil Transversal B

Nº da medição	Ângulo de inclinação do terreno *
1	14.5
2	15
3	20.5
4	14.5
5	9.5
6	12
7	9.5
8	13
9	11.5
10	11
11	14.5
12	9
13	1
14	4
15	9
16	1.5
17	+3
18	+1
19	+3
20	4
21	+4
22	+6,5
23	+4,5
24	2
25	1.5
26	3
27	5
28	14
29	+4,5
30	+11,5
31	+17
32	+17,5
33	+17
34	+16
35	+9,5
36	+12,5
37	+9
38	+9,5
39	+8,5
40	+8,5

* Valores das medições partindo da vertente da margem esquerda do vale para a vertente da margem direita

Observação:

O sinal + na frente do ângulo indica aclive do terreno

A ausência de sinal na frente do ângulo significa declive do terreno

ANEXO 4- Resultados da análise granulométrica realizada em laboratório - Perfil Transversal A

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)
V1	0-8/12	#	25,7	#	29,5	#	55,2	12,3	32,6	#	#	Franco argilo arenoso	Franco argilo arenoso
	8/12 - 20/23	#											Franco argilo arenoso
	20/23 - 49/53	0,92	4,02	11,3	17,44	14,3	48	15,5	30,84	#	#	Limite entre argilo arenoso e franco argilo arenoso	Limite entre argilo arenoso e franco argilo arenoso
	49/53 - 86	0,7	3,2	12,1	21,5	9,5	46,9	13	40,1	0	100	Argila arenosa (próx. de argila e franco argiloso)	Argila arenosa (próx. de argila e franco argiloso)
	86 - 98	#											Argila arenosa (próx. de argila e franco argiloso)
	98 - 116/120	#	20,6	#	32,7	#	53,3	11,6	35,1	#	#	Limite entre argila arenosa e franco argilo arenoso	Limite entre argila arenosa e franco argilo arenoso
	116/120 - 130	#											Franco argilo arenoso
130/135 - 144	#	22,3	#	25,4	#	47,6	34,8	17,6	#	#	Franco	Franco	
170-180	#	22,5	#	29,2	#	51,7	33,3	15	#	#	Franco	Franco	
180 - 280												Franco a franco siltoso	

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)
V2	0-7/11	#	24,8	#	26,9	#	51,8	8,2	40,1	#	#	Argila arenosa	Franco argilo arenoso
	7/11 - 16/22	#											Franco argilo arenoso
	16/22 - 29/30	#											Franco argilo arenoso a argila arenosa
	29/30 - 57/63	1,1	3,2	12,5	20	9,3	46,2	11,2	42,6	0	100	Argila arenosa (bem próximo da argila)	Argila arenosa (bem próximo da argila)
		#											
	57/63 - 87	#	20,6	#	27	#	47,6	9,8	42,6	#	#	Argila arenosa	Argila arenosa
	87 - 115/120	#											Argila arenosa
	115/120 - 137	1,5	4,1	12,4	21,4	11,3	50,8	16,4	32,9	#	#	Franco argilo arenoso	Franco argilo arenoso
	137 - 176	#											Entre franco argilo aren. e franco
	176 - 196	#											Franco (próx. do franco siltoso)
196 - 220	2,6	7,7	11,8	18,7	19	59,9	25	15,1	#	#	Franco arenoso	Franco arenoso a franco siltoso	

Símbolo # : análise não foi solicitada/realizada

AMG: areia muito grossa/ AG: areia grossa / AM: areia média / AF: areia fina / AMF: areia muito fina / AT: areia total

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)
V3	0 - 13/19	#	18,3	#	30,3	#	48,6	16,3	35,1	#	#	Limite entre argila arenosa e franco argilo-arenoso	
	13/19 - 26/27	#											Limite entre argila arenosa e franco argilo-arenoso
	26/27 - 38/41	#	19,9	#	27,8	#	47,7	14,7	37,6	#	#	Argila arenosa (próximo de franco arg. e franco arg. aren.)	
	38/41 - 52/57	#										Argila arenosa (próximo de franco argi. e franco arg. aren.	
	52/57 - 74	0,9	3,3	12,2	18	8,9	43,2	11,6	45,2	0	100		Argila (próximo do limite com argila arenosa
	74 - 97	#										Limite entre argila, franco argiloso e argila arenosa	
	105/120	#	20,6	#	26,9	#	47,5	9,9	42,6	#	#		Argila arenosa (próximo do limite c/ argila e franco arg.)
	120 - 129											Argila arenosa (próximo do limite c/ argila e franco arg.)	Argila arenosa
	129 - 138	#	20,8	#	27,7	#	48,4	8,9	42,7	#	#		Argila arenosa (próximo do limite c/ argila e franco arg.)
	138 - 160	#										Argila (próximo do limite entre argila arenosa e franco argiloso)	
	160 - 173	#											Argila (próximo do limite entre argila arenosa e franco argiloso)
	190 - 212	1,4	3,9	9,8	17,4	8,9	41,5	30,7	27,8	#	#	Franco argiloso (próximo do limite com o franco)	
	212 - 230	#											Franco (próximo do limite com franco argilo arenoso)
	230 - 260	#										Franco a franco siltoso	

Símbolo # : análise não foi solicitada/realizada

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)
S1	0 - 10/11	6,5	9,1	13,9	15,4	7,9	52,8	24,7	22,6	7,5	67	Franco argilo arenoso (próximo de franco e franco arenoso)	Entre franco argilo arenoso e franco
	10/11 - 19/24	6,2	6,2	10,4	14,2	8	44,8	39,8	15,4	3,8	75	Franco	Franco
	19/24 - 28	8,7	7,4	13,1	17	9,1	55,3	28,7	15,9	4,6	71	Franco arenoso (próximo de franco a franco argilo arenoso)	Franco arenoso (próximo de franco a franco argilo arenoso)
	28 - 31	#											Franco arenoso (próx. de franco)
	31 - 42	2,9	5,5	16,9	21,9	9,3	56,5	27,5	16	0	100	Franco arenoso	Franco arenoso
	40 - 110	19,3	29,6	29	12,8	0,1	90,8	1,7	7,5	#	#	Areia	Areia

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água	Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)	
P1	0 - 3/6,5	#										Entre franco argiloso e franco argilo siltoso	
	3/6,5 - 16/20	0,6	0,5	2,2	7,4	7,6	18,4	43,3	38,3	26	93	Franco argilo siltoso (próx. de argila siltosa e franco argiloso)	Franco argilo siltoso (próx. de argila siltosa e franco argiloso)
	16/20 - 38	#	1,9	#	14,6	·#	16,5	45,6	37,9	#	#	Franco argilo siltoso	Entre argila e argila siltosa
	38 - 48	#										Argila siltosa, muito próximo do limite com a argila	
	48 - 60/65	0,1	0,4	1,4	5,1	7,4	14,3	39,8	45,9	26	94	Limite entre arg. siltosa e argila	Argila siltosa (próx. da argila)
	75 - 90	0	0,2	2,6	17,6	13,2	33,6	23,2	43,1	51	88	Argila (próx. de franco argiloso)	Argila (próx. do limite com arg. siltosa e franco argilo siltoso)
	90 - 110	#										Entre argila e franco argiloso	
	110 - 120	#	1,8	#	39,4	#	41,3	25,5	33,2	#	#	Franco argiloso	Franco argiloso
120 - 140											Franco argiloso		
152 - 168	0,2	0,2	4	27,4	19,5	51,2	23,3	25,5	51	80	Franco argilo arenoso	Franco (muito próx. de franco argilo arenoso e franco arenoso)	

Símbolo # : análise não foi solicitada/realizada

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)
P2	0 - 8	2,5	0,6	2,3	7,1	5,5	17,9	36,9	45,2	25	94	Argila (próximo do limite com argila siltosa)	Argila siltosa (próximo do limite com argila e franco argiloso)
	8/10 - 23/29	#	2,3	#	14,2	#	16,5	35,1	48,3	#	#	Argila (próximo do limite com argila siltosa)	Argila siltosa (próximo do limite com argila)
	23/29 - 52	0	0,1	1,2	10,6	5,6	17,6	21,4	61	25	96	Limite entre argila e muito argiloso	Argila (próximo do limite com argila siltosa)
	52/55 - 70/73	0	0,1	0,9	8,8	9	18,8	21,1	60,1	0	100	Limite entre argila e muito argiloso	Limite entre argila e muito argiloso
	73 - 90	#	3,3	#	25,8	#	29,1	25,5	45,4	#	#	Argila	Argila (mais areia e menos argila do que o horizonte sobrejacente)
	90 - 110/115	#											Argila (próx. de franco argiloso)
	120 - 140	0,7	1,8	13,3	42,8	14,2	72,8	7,1	20,1	151	25	Limite entre franco arenoso e franco argilo arenoso	Franco arenoso (mais próximo de areia franca)
	140-180	#	13,3	#	32,7	#	46	28,8	25,3	#	#	Limite entre franco argiloso e franco argilo arenoso	Franco argiloso
	200 - 215	0,2	2	15	31,2	13,9	62,4	14,9	22,7	50	78	Franco argilo arenoso (muito próximo de franco arenoso)	Entre franco arenoso e franco
	290 - 320	0,8	5,9	20,1	36,8	17,4	81	8,9	10	50	50	Areia franca	Areia franca

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)
P3	0-10/14	3,1	3	6,8	12	7,5	32,3	37,6	30,1	12,5	58	Franco argiloso	Franco argiloso
	10/14 - 20	#											Franco argiloso
	20 - 30/33	6,4	4	6,6	12,4	10,1	39,6	27,8	32,6	0	100	Franco argiloso	Franco argiloso
	30/33 - 38											Franco argiloso	Franco argiloso
	38 - 48	10,9	5,8	8,7	15,5	8,5	49,3	20,6	30,1	0	100	Franco argilo arenoso	Limite entre franco argilo areno- so, franco argiloso/ argila arenosa
	48-110	21,48	17,48	19,7	16,72	7,72	83,1	7,92	5,9	#	#	Areia franca	Areia franca

Símbolo # : análise não foi solicitada/realizada

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água	Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)	
P4	0 - 11	1,7	1,2	5,1	22	21,4	51,5	35,8	12,7	51	60	Limite entre franco e franco arenoso	Entre franco e franco arenoso
												arenoso	
	11 _ 20	0,1	0,4	8,5	51,6	23,5	84	5,9	10,1	25	75	Areia franca	Areia franca
	20 - 47	0,1	0,1	3,3	50,8	30,8	85	4,9	10,1	50	50	Areia franca	Areia franca
	47 - 70	#											Franco
	70 - 100	0,6	1,2	2,9	15,2	16,5	36,5	35,5	28	51	82	Limite entre franco argiloso e franco	Entre franco argiloso e franco
	100 - 140	4,9	7,7	20,2	40,9	12,9	86,5	3,4	10	75	25	Areia franca	Areia franca
154 - 180	0,6	0,7	2,7	10,2	11,7	25,9	43,7	30,4	177	42	Franco argiloso	Franco argiloso	

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)	
P5	0 - 10	1	0,5	1,4	3,2	3,7	9,9	41,6	48,5	26	95	Argila siltosa (próximo do limite com a argila)	Argila siltosa (próximo do limite com a argila)	
	10 - 19/26	1,4	0,7	1,7	3,7	4,7	12,2	36,4	51,3	26	95	Argila (próx. da argila siltosa)	Argila (próx. da argila siltosa)	
	19/26 - 33	#												Argila (próx. da argila siltosa)
	33 - 40		1		4,9		5,9	37,7	56,4			Argila (próx. da argila siltosa)	Argila (próx. da argila siltosa)	
	40 - 50	0,2	0,2	0,4	1,5	3,4	5,7	35,7	58,6	25	96	Argila (próx. do limite com muito argiloso e argila siltosa)	Argila (próx. do limite com muito argiloso e argila siltosa)	
	60 - 80	#	6	#	25,9	#	31,9	34,2	34	#	#	Franco argiloso	Argila (próx. de franco argiloso e argila siltosa)	
80 - 100	#												Entre argila e franco argiloso	
100 - 120	0,1	0,3	2,4	12,9	21,5	37,2	22	40,9	26	94	Argila (próximo do limite com franco argiloso)	Argila		

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)
AI	9_40	#	13,9	#	15,8	#	29,7	47,2	23,1	#	#	Franco (próx. de franco siltoso)	Franco (próx. de franco siltoso)
	40 - 52	#											Franco argiloso, próximo do limite com o franco
	70 - 90	#	11,3	#	28,9	#	40,2	36,9	22,9	#	#	Franco	

Símbolo # : análise não foi solicitada/realizada

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)
S2	0 - 17/26	#	13,2	#	20,6	#	33,8	30,2	35,9	#	#	Franco argiloso	Franco argiloso
	17/26 - 35	#	14,3	#	22	#	36,3	33	30,7	#	#	Franco argiloso	Franco argiloso
	35 - 40/42	#										Entre franco argiloso e franco	

Nos pontos V4 e V5, a avaliação da textura foi realizada somente através do tato, e as classes texturais definidas foram apresentadas na descrição morfológica desses pontos

ANEXO 4- Resultados da análise granulométrica realizada em laboratório - **Perfil Transversal B**

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)
V1	0 - 9/11	#	22,7	#	28,1	#	50,8	21,4	27,8	#	#	Franco argilo arenoso	Franco argilo arenoso
	9/11 - 15/17	#											Entre franco argilo arenoso e franco
	15/17 - 20/21	#											Entre franco argiloso e franco
	20/21 - 43	#	19,3	#	32,6	#	51,9	15,4	32,7	#	#	Franco argilo arenoso (próximo de argila arenosa)	Entre franco argiloso e franco
		#											
	43 - 54/57	#	22,7	#	37,9	#	60,6	14,2	25,2	#	#	Franco argilo arenoso	Entre franco argilo arenoso e franco
		#											
	54/57 - 65	#											Franco
	65 - 120	#	23,6	#	27,5	#	51,1	36,4	12,6	#	#	Limite entre franco arenoso e franco	Franco
#													
120 - 210	#											Franco (próx. de franco siltoso)	

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água	Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)	
V2	0 - 25/27	#	38,3	#	20,8	#	59,2	20,8	20,1	#	#	Limite entre franco argilo arenoso e franco arenoso	Limite entre franco argilo arenoso e franco arenoso
	25/27 - 35/36	#										Limite entre franco argilo arenoso e franco arenoso	
	35/36 - 51	#	42,1	#	20,1	#	62,2	17,8	20,1	#	#	Limite entre franco argilo arenoso e franco arenoso	Limite entre franco argilo arenoso e franco arenoso
	51 - 58	#										Franco	
V2	58 - 67/70	1	2,4	3,2	5,8	14,4	26,9	50,5	22,6	0	100	Franco siltoso (próx. de franco)	Franco siltoso
	67/70 - 100	#										Franco	
	102 - 114	1,1	3,8	14,1	34,9	18,9	72,9	9,5	17,6	126	29	Franco arenoso	Franco arenoso
	114 - 126	#										Franco arenoso	

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água	Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)	
F1	0 - 15/17	#										Franco argiloso	
	15/17 - 25	#	17,3	#	27,8	#	45,1	22,2	32,6	#	#	Limite entre franco argilo-arenoso e franco argiloso	Limite entre franco argilo-arenoso e franco argiloso
		#											
	25 - 35/38	#	13,7	#	24,3	#	37,9	19,4	42,7	#	#	Argila (próx. de franco argiloso)	Argila
	35/38 - 47/50	#										Argila (próx. de muito argiloso)	
	47/50 - 61	0,5	2,3	6,9	10,2	7,4	27,2	15	57,7	0	100	Argila (próx. de muito argiloso)	Argila (próx. de muito argiloso)
	61 - 86	0,6	0,6	2,4	5,2	4,7	13,6	21,2	65,3	0	100	Muito argiloso	Entre argila e muito argiloso
	86 - 106	#										Entre argila e franco argiloso	
130/135 - 165	#										Franco argiloso		

Ponto	Prof. (cm)	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT	Silte	Argilas c/ disp água		Flocula- ção (%)	Classe textural	Classe textural (avaliada através do tato)	
F2	0 - 9/11	0,1	1,3	11,6	31,7	10,9	55,6	21,8	22,6	0	100	Franco argilo arenoso	Franco argilo arenoso	
	9/11 - 18/22	#										Entre franco arg. arenoso e franco		
	18/22 - 40/42	0,8	3,6	17,2	28,2	14,7	64,6	17,8	17,6	75	57	Franco arenoso, próximo de franco argilo arenoso	Franco argilo arenoso, próximo de franco arenoso	
		#												
	40/42 - 53	#	19,6	#	47,6	#	67,2	12,7	20,1	#	#	Limite entre franco arenoso e franco argilo arenoso	Limite entre franco arenoso e franco argilo arenoso	
		#												
	53 - 65	0,2	2,7	14	31,7	20,1	68,8	8,6	22,6	50	78	Franco argilo arenoso, próx. de franco arenoso	Limite entre franco arenoso e franco argilo arenoso	
		#												
65 - 80	#										Franco argilo arenoso			
105 - 135	#										Entre franco arenoso e franco argilo arenoso			
135 - 165	#										Franco arenoso			

Símbolo # : análise não foi solicitada/realizada