

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**GLAUBER STEFAN BARBOSA**

**Uso de atributos do solo na identificação de limites para  
preservação de Veredas no Mato Grosso do Sul**

Ilha Solteira

2016

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**Uso de atributos do solo na identificação de limites para  
preservação de Veredas no Mato Grosso do Sul**

**GLAUBER STEFAN BARBOSA**

**Orientadora:** *Profa. Dra. Kátia Luciene Maltoni*

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Engenharia - UNESP – Campus de Ilha  
Solteira, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia. Especialidade: Sistemas de  
Produção

Ilha Solteira – SP

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

B238u      Barbosa, Glauber Stefan.  
            Uso de atributos do solo na identificação de limites para preservação de  
veredas no Mato Grosso do Sul / Glauber Stefan Barbosa. -- Ilha Solteira: [s.n.],  
2016  
            71 f. : il.

            Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de  
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistema de Produção, 2016

            Orientador: Kátia Luciene Maltoni  
            Inclui bibliografia

            1. Ambiente hidromórfico. 2. Pedomorfologia. 3. Área de preservação  
permanente.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Uso de atributos do solo na identificação de limites para preservação de Veredas no Mato Grosso do Sul

**AUTOR: GLAUBER STEFAN BARBOSA**

**ORIENTADORA: KATIA LUCIENE MALTONI**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

Prof. Dra. KATIA LUCIENE MALTONI

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ALAN RODRIGO PANOSSO

Departamento de Matemática / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ARNALDO YOSO SAKAMOTO

Departamento de Ciências Humanas / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Ilha Solteira, 01 de julho de 2016

*Ofereço...*

*Ofereço este trabalho à minha família e a professora e orientadora Kátia Luciene Maltoni.*

***DEDICATÓRIA:***

Dedico meu Trabalho a todos aqueles que, de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente, na minha jornada acadêmica, sem deixar de destacar aqueles que me proporcionaram a dádiva da vida, meus pais: Ademir A. Barbosa e Anabia S. Barbosa; e aos meus irmãos Glauco S. Barbosa e Nadialine B. Kido

## **Agradecimentos**

Primeiramente quero agradecer a Deus pela dádiva da vida e condições físicas para abrir os olhos e poder prestigiar o mistério da vida.

À Universidade Estadual Paulista –Faculdade de Engenharia/ Campus de Ilha Solteira, pela oportunidade de conhecer pessoas espetaculares que me proporcionaram grandes alegrias e com certeza contribuíram na minha formação, dentre eles os professores do curso e funcionários da instituição.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPQ) e à CAPES, pelo financiamento desta pesquisa e oportunidade de poder acrescentar algo para a ciência.

De modo especial, agradecer a Prof<sup>ª</sup>. Dra. Kátia Luciene Maltoni, que além de orientar me confiou a orientação, respeitou e contribuiu para minha formação acadêmica.

Aos amigos e colegas do laboratório de pedologia. Pessoas que com toda certeza contribuíram para meu amadurecimento como pessoa e como profissional: Adriana A. dos Santos, Anderson S. Santos (gaúcho), Thais S. Boni, Kellian K. Mizobata e o técnico Diego G. Feitosa. Aos professores do curso e funcionários da Pós-Graduação que contribuíram para minha formação.

Aos meus colegas que dividiram disciplinas e contribuíram de alguma maneira. A todos os amigos que conheci em Ilha Solteira que contribuíram na minha morada.

Aos amigos de Três lagoas, que foram e são imprescindíveis à minha formação como pessoa, são eles: César C. Ferreira, Erison C. S. Monteiro, André R. Pessoa, Arnaldo Y. Sakamoto, Renan A. Silva, Adalto M. Braz, Frederico S. Gradella, Hermiliano F. Decco, Suzane F. de Lima, Mauro H. S. Silva, Heloissa G. S. Sokolowski, Andressa P. Gouveia, Karen C. P. Costa, Nilton Carlos, José R. A. Mantovani entre outros que possivelmente tenha esquecido.

Aos meus amigos e companheiros de casa em Ilha Solteira, Matheus C. Casto (lafa), João A. Zanardi Jr. (xumbrega), Lucas H. Bertoni (lula), Igor Cabreira (bigatin), Rafael E. L. Pinê (precioso).

Ao corpo docente da Pós-graduação em Agronomia, pela contribuição proporcionada.

Aos amigos e colegas da graduação e pós-graduação em Agronomia do campus de Ilha-Solteira que citarei de modo geral, para que não cometa o erro de esquecer ninguém, vão aqui meus sinceros agradecimentos.

A Camila G. M. Eduardo, com quem nos últimos tempos aprendi a viver com as semelhanças e as diferenças, pessoa que esteve sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis; deixo aqui minha eterna gratidão por me amar, apoiar e ajudar a ser a pessoa que hoje sou.

E por fim, mas não menos importante, agradecer a minha família Ademir A. Barbosa (pai), Anabia S. Barbosa (mãe), Glauco S. Barbosa (irmão), Nadialine B. Kido (irmã) e Huillian U. Kido (irmão), por estarem sempre comigo em todos os momentos de aflição, medo, angustia, e por sempre estarem junto a mim, em meus momentos mais felizes como este.

---

*Toda a nossa ciência, comparada com a realidade, é primitiva e infantil - e, no entanto, é a coisa mais preciosa que temos.*

*Albert Einstein (1879-1955)*

---



## RESUMO

As veredas, subsistema típico do Cerrado Brasileiro, apresentam peculiar importância para o equilíbrio geoecológico deste, pois protegem nascentes, as quais garantem o abastecimento hídrico de cursos d'água. Caracterizadas por drenagens superficiais, as Veredas, são povoadas por árvores, vegetação arbustiva e plantas herbáceas, juntamente com o Buriti (*Mauritia flexuosa*), palmeira típica destes ambientes. Este ambiente quando degradado apresenta baixa capacidade de regeneração, além de apresentar-se como altamente sensível às mudanças antrópicas. Para sua preservação, seus limites precisam ser bem definidos e tanto a cor, quanto a mineralogia dos solos presentes pode contribuir para isto, pois como se sabe os óxidos de ferro têm a sua formação influenciada pelas condições pedoambientais e processos pedogenéticos. Tendo por objetivo avaliar a utilização de parâmetros como cor do solo associada a dados de extração de ferro com ditionito ( $\text{Fe}_{\text{DCB}}$ ), oxalato ( $\text{Fe}_{\text{OX}}$ ) carbono orgânico total e pH em água e KCl, como indicadores para delimitação das áreas de abrangência de uma vereda, produzindo subsídios à adequação da área de preservação permanente no entorno desta e como indicação para delimitação de solos sob influência da água. Os resultados mostraram que as cores GLEY 1 valor 5 a 8 e cromas N e 10Y, 5Y com valor e croma variando entre 5/1, 6/1, 7/1 e 7/2, podem ser utilizadas para delimitação do pedoambiente das veredas, bem como 330 ppm de ferro em extração feita com ditionito, pois ambos indicam a ocorrência de solos em formação em ambientes hidromórficos. As informações avaliadas pela extração do oxalato corroboraram a literatura, onde o ferro amorfo encontra-se em maior quantidade em ambiente redutor e menor quantidade em ambientes oxidantes. O carbono orgânico total (COT) avaliado, em topossequência, apresenta variações das partes mais baixas (ambiente redutor) para as mais altas (oxidante) da paisagem. Nas áreas alagadas as condições não são satisfatórias aos microrganismos decompositores promovendo, conseqüentemente, a manutenção do COT no solo, contrapondo-se ao observado em solos bem drenados, onde as condições são favoráveis à decomposição e ocorre acompanhada de uma melhor distribuição do COT em profundidade. Os parâmetros pH em  $\text{H}_2\text{O}$  e pH em KCl não apresentam variações indicativas de influência do pedoambiente. Os perfis de solos da topossequência foram classificados como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LV), LATOSSOLO AMARELO Distrófico plintossólico (LA), GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico (GXbd), GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (GXvd). A técnica estatística "Split Moving Windows" mostrou-se uma ferramenta útil na identificação dos limites de preservação da Vereda, e indicou a delimitação atual da área de preservação permanente - APP como inadequada, precisando de uma readequação de aproximadamente 210.000 m<sup>2</sup> de APP.

**Palavras-chave:** Ambiente hidromórfico. Pedomorfologia. Área de preservação permanente.

## Use of soil attributes to identify boundaries for preservation of palm swamp in Mato Grosso do Sul

### ABSTRACT

The Palm swamp, known as “vereda”, a typical subsystem of the Brazilian Cerrado, has special importance for its geoeological balance, protecting water sources, which guarantee the hydric supply for watercourses. Characterized by surficial drainage, the palm swamps, are populated by trees, shrub and herbaceous plants along with Buriti (*Mauritia flexuosa*), palm tree typical of these environments. These environments, when degraded, have low regenerative capacity, and present themselves as highly sensitive to anthropogenic changes. For their preservation, the limits need to be very well defined and both color as soil mineralogy can contribute to this, once as known the iron oxides have their genese influenced by pedo-environmental conditions and pedogenic processes. In order to evaluate the use of parameters such as soil color associated with iron extracted with dithionito ( $\text{Fe}_{\text{DCB}}$ ), oxalate ( $\text{Fe}_{\text{OX}}$ ), total organic carbon and  $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$  and  $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ , as indicators for delimitation of palm swamp area, producing subsidies for adequacy of permanent preservation area surrounding that and as an indicator for delimitation of soils under influence of wetlands. The results indicated the colors Gley 1 value 5 to 8 and chromas N and 10Y, 5Y with value and chroma ranging from 5/1, 6/1, 7/1 and 7/2 can be used for delimitation of the palm swamp pedo-environment and 330 ppm of  $\text{Fe}_{(\text{DBC})}$ , both indicate the occurrence of soils in hydromorphic environments. The information evaluated by extraction of the oxalate is confirmed with the literature where the amorphous iron is in the larger amount in the reducing environment, and less at oxidants. The total organic carbon (TOC) of toposequence show variations from lower parts (reducing environment) to the highest parts (oxidizer) of the landscape. In wetlands the conditions are not satisfactory to microbiological decomposition and subsequent maintenance of the TOC in the soil, on other hand, the well-drained soil has good conditions to decomposition, and better TOC distribution in depth. The pH in  $\text{H}_2\text{O}$  and KCl not show indicative of pedoambiente influence. The Soil profiles of toposequence were classified as Typic Hapludox (LV), Plinthic Hapludox (LA), Typic Hydraquents (GXbd) Typic Hydraquents (GXvd). The statistical technique "Split Moving Windows" proved to be a useful tool in identifying the limits of Vereda preservation, which has unsuitable current delimitation of preservation area, needing a readjustment approximately 210,000 m<sup>2</sup> of permanent protection area.

Key words: Environment hydromorphic. Pedomorfology. Permanent protection area.

## LISTA DE TABELAS

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabela 1-</b> | Atributos morfológicos da topossequência da Vereda em questão.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>50</b> |
| <b>Tabela 2-</b> | Granulometria e classe textural dos perfis de solo descritos ao longo da topossequência da Vereda.....                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>52</b> |
| <b>Tabela 3-</b> | Atributos químicos dos solos descritos no transecto 1 da Vereda.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>53</b> |
| <b>Tabela 4-</b> | Teores de óxidos totais provenientes do ataque sulfúrico, dos solos da Topossequência.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>57</b> |
| <b>Tabela 5-</b> | Pontos amostrais (PA), respectivas profundidades (Prof), distância do ponto inicial da topossequência (Dist), cores da tabela Munsell (Cor), cor traduzida pelo manual técnico de pedologia - Cor (IBGE, 2015), cores de referência obtidas pelo RGB (Cor RGB) e teores de Fe <sub>(DBC)</sub> ; Fe <sub>(OX)</sub> ; carbono orgânico total (COT) e pH em H <sub>2</sub> O e KCl, para PP1..... | <b>58</b> |
| <b>Tabela 6-</b> | Pontos amostrais (PA), respectivas profundidades (Prof), distância do ponto inicial da topossequência (Dist), cores da tabela Munsell (Cor), cor traduzida pelo manual técnico de pedologia - Cor (IBGE, 2015), cores de referência obtidas pelo RGB (Cor RGB) e teores de Fe <sub>(DBC)</sub> ; Fe <sub>(OX)</sub> ; carbono orgânico total (COT) e pH em H <sub>2</sub> O e KCl, para PP2..... | <b>59</b> |
| <b>Tabela 7-</b> | Pontos amostrais (PA), respectivas profundidades (Prof), distância do ponto inicial da topossequência (Dist), cores da tabela Munsell (Cor), cor traduzida pelo manual técnico de pedologia - Cor (IBGE, 2015), cores de referência obtidas pelo RGB (Cor RGB) e teores de Fe <sub>(DBC)</sub> ; Fe <sub>(OX)</sub> ; carbono orgânico total (COT) e pH em H <sub>2</sub> O e KCl, para PP3..... | <b>59</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                          | <b>Pag.</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Figura 1-</b> Localização geográfica da área de estudo, município de Aparecida do Taboado-MS.....                                                                     | <b>24</b>   |
| <b>Figura 2-</b> Paisagem da área de estudo.....                                                                                                                         | <b>25</b>   |
| <b>Figura 3-</b> (a) e (b) pH em água e KCl.....                                                                                                                         | <b>28</b>   |
| <b>Figura 4-</b> (a e b) provetas para preparação da análise granulométrica.....                                                                                         | <b>28</b>   |
| <b>Figura 5-</b> Perfil topográfico sentido nor-noroeste (a) PT1; perfil topográfico sentido su-sudoeste, (b) PT2 e perfil topográfico sentido oés-noroeste (c) PT3..... | <b>31</b>   |
| <b>Figura 6-</b> Perfil pedomorfológico nor-noroeste (PP1), pontos P01 a 11.....                                                                                         | <b>33</b>   |
| <b>Figura 7-</b> Perfil pedomorfológico sentido su-sudoeste (PP2), pontos P12 a 26.....                                                                                  | <b>35</b>   |
| <b>Figura 8-</b> Perfil pedomorfológico sentido oés-noroeste, ponto P27 a 60.....                                                                                        | <b>36</b>   |
| <b>Figura 9-</b> Conteúdo de Fe <sub>(DCB)</sub> ; observado nos (a) PP1 (b) PP2 e (c) PP3.....                                                                          | <b>38</b>   |
| <b>Figura 10-</b> Resultados da análise SMW, para teor de Fe <sub>(DCB)</sub> para (a) PP1, (b) PP2 e (c) PP3.....                                                       | <b>40</b>   |
| <b>Figura 11-</b> Resultados da análise SMW, para teores de Fe <sub>(OX)</sub> para (a) PP1, (b) PP2 e (c) PP3 .....                                                     | <b>42</b>   |
| <b>Figura 12-</b> Resultados da análise SMW, para extração de COT para (a) PP1, (b) PP2 e (c) PP3.....                                                                   | <b>43</b>   |
| <b>Figura 13-</b> Resultados da análise SMW, para conteúdo de pH em água para (a) PP1, (b) PP2 e (c) PP3.....                                                            | <b>45</b>   |
| <b>Figura 14-</b> Resultados da análise SMW, para conteúdo de pH KCl para (a) PP1, (b) PP2 e (c) PP3.....                                                                | <b>46</b>   |

|                   |                                                                                                                                                        |           |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 15-</b> | Proposta de delimitação para áreas de preservação permanente da Vereda em questão.....                                                                 | <b>47</b> |
| <b>Figura 16-</b> | Representação esquemática da distribuição dos perfis associados ao perfil topográfico.....                                                             | <b>48</b> |
| <b>Figura 17-</b> | Perfis de solo descritos ao longo do transecto 1 ou perfil topográfico 1 (PT1) de uma Vereda localizada no município de Aparecida do Taboado – MS..... | <b>49</b> |
| <b>Figura 18-</b> | Difratogramas de raios-X da fração argila dos perfis GXvd, GXbd, LA e LV.....                                                                          | <b>57</b> |

## SUMARIO

|            |                                                                        |           |
|------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>Introdução.....</b>                                                 | <b>15</b> |
| <b>2</b>   | <b>Revisão bibliográfica.....</b>                                      | <b>16</b> |
| <b>2.1</b> | Veredas, vegetação e problemas de degradação.....                      | 16        |
| <b>2.2</b> | Geomorfologia e solos das Veredas.....                                 | 20        |
| <b>3</b>   | <b>Material e Métodos.....</b>                                         | <b>24</b> |
| <b>4</b>   | <b>Resultados e Discussão.....</b>                                     | <b>31</b> |
| <b>4.1</b> | Atributos físicos e químicos das topossequências.....                  | 31        |
| <b>4.2</b> | Características morfológicas dos perfis descritos ao longo do PP1..... | 47        |
| <b>4.3</b> | Atributos físicos dos solos dos perfis.....                            | 52        |
| <b>4.4</b> | Atributos Mineralógicos dos solos dos perfis da Vereda.....            | 55        |
| <b>5.</b>  | <b>Conclusão.....</b>                                                  | <b>58</b> |
| <b>6.</b>  | <b>Referências.....</b>                                                | <b>61</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A maior parte dos biomas tropicais do mundo encontram-se ameaçados devido ao avanço das atividades econômicas sobre os recursos naturais. Tais atividades, além de destruir a cobertura vegetal natural da paisagem, provocam modificações muitas vezes irreversíveis, na dinâmica do solo e, conseqüentemente, da água.

O Bioma Cerrado foi caracterizado como o segundo maior bioma do país, perdendo em extensão somente para a Floresta Amazônica, servindo de interconexão com outros biomas nacionais. O mesmo ocupava aproximadamente 22% do território nacional, abrangendo cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup>, distribuídos entre os paralelos 3° e 24° de latitude Sul e entre 41° e 63° de longitude Oeste, situando-se na porção central do continente Sul-Americano (WWF, 1995).

Este vem sendo modificado e/ou degradado devido ao intenso, e desordenado, uso e ocupação, desde o final do século XX, quando se consolida, como uma fronteira de desenvolvimento capaz de sustentar o crescente aumento da produção agrossilvipastoril, o que produz ainda hoje reflexos na paisagem e população local.

O domínio morfoclimático do Cerrado é caracterizado por chapadões cobertos por vegetação de Cerrado e pela ocorrência de matas ciliares, Veredas, campos rupestres e florestas-galeria ao longo dos cursos d'água.

Nesse contexto as Veredas, subsistemas típicos do Cerrado brasileiro com particular importância para o equilíbrio geoecológico do mesmo, pois protegem nascentes, as quais garantem o abastecimento hídrico de cursos d'água, fornecem água, alimento e abrigo para fauna e flora, além de desempenhar o papel de corredor ecológico

As Veredas apresentam sistema de drenagem superficial, com presença de vegetação arbórea-arbustiva, como a palmeira buriti (*Mauritia flexuosa*), e de solos hidromórficos, uma vez que o lençol freático se encontra bem próximo à superfície.

O desordenado uso e ocupação do Cerrado têm trazido grandes preocupações em relação a degradação do ambiente das Veredas, caracterizado como frágil, de baixa capacidade de regeneração, sensível às mudanças antrópicas e em contato direto com o Cerrado, as Veredas são susceptíveis a mudanças causadas pelos processos de conversão das áreas em seu entorno em áreas agricultáveis, comuns no Mato Grosso do Sul.

Lacunas e falhas têm sido observadas na preservação das mesmas, que nem sempre são reconhecidas como parte integrante das Áreas de Proteção Permanente (APP) mesmo

estando estabelecidas em áreas alagadiças como indicado por Ferreira e Troppmair (2004) condição que se mantém nos dias atuais.

Portanto, faz-se necessário definir critérios de campo claros para delimitação destas áreas com foco em sua preservação e, com base na legislação, garantir que as Veredas desempenhem suas funções ambientais preservando o abastecimento de água, a mobilidade da fauna e a diversidade botânica.

A formação dos solos, nestes ambientes, se dá em condições alagadiças, onde os processos pedogenéticos atuantes, acúmulo de matéria orgânica e hidromorfismo, garantem aos solos cores neutras, variando em tons de cinza.

De acordo com estas premissas, os limites de preservação das Veredas, por hipótese, podem ser estabelecidos por meio da coloração do solo e por outros atributos que contribuem para indicar a ocorrência de ambientes redutores por excesso de água, como por exemplo os teores de ferro extraídos com ditionito que quanto maior, maior a quantidade de óxidos de ferro no solo, e assim produzir subsídios para a elaboração de processos de averbação e adequação de áreas de preservação permanente, nas quais estão inseridas.

Dentro deste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a cor do solo, por meio de perfis pedomorfológicos, associada a dados quantitativos de extração de ferro e a cálculos e técnicas estatísticas, com as quais espera-se indicar a delimitação da área de abrangência de uma Vereda no município de Aparecida do Taboado-MS, com a precisão necessária para correta demarcação da APP.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Cerrado, um dos principais ecossistemas tropicais da Terra, de acordo com Myers et al. (2000), é caracterizado como um dos centros prioritários (“hot spots”) para a preservação da biodiversidade, pois detém uma heterogeneidade de aproximadamente 160.000 espécies de plantas, fungos e animais (RATTER et al., 2000).

Estende-se por aproximadamente 205 milhões de hectares entre os estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo e Tocantins, além do Distrito Federal (SANO et al., 2008).

O termo “Cerrado” é de origem espanhola e significa “fechado”. Esse atributo terminológico tenta descrever as características gerais da vegetação com estrato herbáceo-arbustivo denso que ocorre nesse ecossistema. Souza (1973), em seu *Dicionário de Terminologia Florestal*, já definia o Cerrado como:



“Ambiente formado por árvores espaçadas retorcidas, baixas, com ramos tortuosos e cascas grossas, rimosas ou gretadas. Por entre a parte arbórea, formando o fundo, há um povoamento mais ou menos denso de gramíneas e plantas campestres. No Brasil Central a savana é arborizada ou, mais freqüentemente, arbustiva. Povoam tais elementos solos secos, muito arenosos, ou solos duros, tal como ‘toá’. A densidade e o porte variam muitíssimo consoante o solo, mas, sobretudo, segundo o grau de devastação a que são sujeitos.”

O Cerrado foi caracterizado por Pivello (1999), como extensas áreas de formações savânicas interceptadas por matas ciliares, em seus cursos d’água, e no fundo dos vales fitofisionomias de campos úmidos ou Veredas de buritis, com lençol freático aflorado, campos rupestres encontrados em altitudes e Florestas Mesófilas situadas sobre solos férteis, no entanto esse ambiente, caracterizado como um tipo de savana, apresenta características peculiares que as diferencia de outras áreas (RIZZINI, 1979; EITEN, 1994).

Com sua origem datada do Cretáceo Superior (100 a 65 Ma), o Bioma Cerrado é caracterizado como um dos mais antigos, consolidado como na formação atual durante o Terciário Médio, por volta de 60 Ma (CHAVES, 2003).

O Cerrado, com sua tipologia fisionômica diversa, apresenta quatorze ecótipos (tipos de paisagens), em acordo com as condições edáficas locais e, estando disseminadas por toda a província, recebem as seguintes denominações: Campo Limpo de Cerrado, Campo Rupestre, Campo Sujo, Campo Cerrado, Cerrado senso-estrito, Cerradão, Campo de Murundus, Buritizal e Veredas, Campo Úmido, Brejos Permanentes, Pantanal, Floresta Baixa, Floresta Mesofítica Decídua e Floresta Mesofítica Semidecídua (EITEN 1993).

Nas regiões intertropicais, o Cerrado, com vegetação de aproximadamente três metros de altura, recebe nomes diversos como: Savana (Estados Unidos e África), Cerrados ou Sertões (Brasil), Lhanos (Venezuela), Parque (África Oriental), Chaparral (México), Bosques (Sudão Africano) e Jungle (Índia) (MARTINS, 1992).

## **2.1 Veredas, vegetação e problemas de degradação**

Inseridas no Cerrado encontram-se as Veredas, cujo nome está relacionado a questões históricas, em acordo com Ferreira (2008), durante o império romano, os cavalos utilizados para serviços de correios ou telegramas eram chamados de “*veredus*”, termo originário do latim. Os cavaleiros percorriam caminhos e/ou atalhos chamados de Veredas.

Na obra “O Grande Sertão: Veredas”, de Guimarães Rosa (1956), estas foram descritas como caminhos utilizados pelos viajantes em suas longas jornadas, para desviar ou

livrar-se do Cerrado denso, procurando áreas com uma vegetação de gramíneas rasteiras e superfície aplainada, o que facilitava o deslocamento (FERREIRA, 2008).

Drummond et al., (2005) mais tarde usa o nome “Vereda”, como “caminho estreito por onde correm as águas”, representando as áreas úmidas do bioma do Cerrado, onde há presença das palmeiras de buriti, e em suas bordas a presença de gramíneas rasteiras, local por onde os viajantes passaram com suas tropas, nomeando assim o subsistema.

Considerando o aspecto fitogeográfico, as Veredas encontram-se dentro do bioma Cerrado (savana brasileira) e apresentam características florísticas subdivididas em dois estratos, herbáceo-graminoso contínuo e arbustivo-arbóreo (RIBEIRO; WALTER, 1998; EMBRAPA, 1982). Pesquisas realizadas com o pólen dos buritis, evidenciam que as Veredas surgiram a partir do final do Pleistoceno (2 Ma – 10.000 a) (DRUMMOND et al., 2005).

Atualmente o nome Veredas é utilizado para caracterizar ambientes povoados por árvores, vegetação arbustiva e plantas herbáceas, juntamente com o Buriti (*Mauritia flexuosa*), palmeira típica destes ambientes (CORREA PIO, 1926; MAGALHÃES, 1956; LORENZI, 1992; MACHADO et al., 2004).

As Veredas são nomeadas e caracterizadas por diferentes autores e pela legislação como local característico por sua densa e vasta malha úmida (IBGE, 2002; DRUMMOND et al., 2005) de formação rasa, essas malhas desenvolvem canais de exsudação do lençol freático, que apresentam variações de vazão ao longo do ano (BOAVENTURA, 1978) e contribuem para regular o ciclo hidrológico de abastecimento dos cursos d’água (BOAVENTURA, 2007).

As Veredas representam zonas deprimidas, dentro de áreas estruturalmente planas, com suas águas convergindo para um talvegue plano, com substrato rochoso onde o lençol freático aflora e se desenvolvem solos hidromórficos, enriquecidos em matéria orgânica (BOAVENTURA, 1988). Destacam-se como sistema de drenagem superficial, com cursos d’água intermitentes, que ocupam os interflúvios dentro do domínio dos Cerrados (AB’ SABER, 1971).

A resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Proteção Permanente, no Art. 2º, e define Vereda como sendo:

“... espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d’água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizado predominantemente por renques de buritis do brejo (*Mauritia flexuosa*) e outras formas de vegetação típica”.

Em relação à ocupação humana, as Veredas não se apresentam como áreas de destaque, principalmente no que diz respeito ao uso e ocupação do solo. Por se tratar de área alagada, inviável ao manejo e produção, mas que tem sido alterada com o contínuo e desordenado processo de desmatamento e queimadas, para o aumento da terra útil de propriedades agropecuárias, pois apresenta inter-relações com a vegetação limítrofe (FERREIRA; TROPPEMAIR, 2004; SANTOS et al., 2009).

De grande valor ecológico, as Veredas são condicionantes e reguladoras do equilíbrio da drenagem e cursos d'água, logo, das bacias hidrográficas como um todo, portanto, necessitam ser preservadas (RAMOS et al., 2006).

Desde a década de 50, Magalhães (1956), cita os ambientes de Veredas como bens comuns. Esse subsistema pode ocorrer em várias condições hipsométricas, litoestratigráficas, pedológicas e pluviométricas (MELO, 1992) não limitando sua ocorrência a uma pequena parcela da superfície da terra, mas a toda abrangência do Cerrado, permitindo reconhecer sua ocorrência em todo Planalto Central do Brasil e por consequência, em vários estados da União como: Goiás, Tocantins, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, e Distrito Federal e na Região Centro-Oeste, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais (CARVALHO, 1991; LIMA; QUEIROZ NETO, 1996).

As Veredas estão protegidas por lei, (Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002) e pelo Código Florestal – (Lei nº 12.727, Art. 4º, 2012, - XI - nas Veredas, a faixa marginal, deverá ser preservada em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e em forma de Área de Preservação Permanente – APP (POTT E POTT, 2004)). No entanto, é visível a crescente incorporação das áreas úmidas, do entorno das Veredas, ao processo agrossilvipastoril.

Apesar da existência de leis, decretos e resoluções, a legislação nem sempre é cumprida, particularmente, no que se refere às Veredas (FERREIRA; TROPPEMAIR, 2004). Não obstante, fatores como barramentos com inundação e supressão da vegetação a montante, estradas sem adequado planejamento acabam provocando barramento da água ou assoreamento das Veredas, compactação, pisoteio pelo gado e utilização das áreas de várzeas para transito de máquinas pesadas, contribuindo para a degradação e descaracterização do ambiente (GUIMARÃES; ARAÚJO; CORRÊA, 2002).

As queimadas representam outra grande ameaça e fazem parte dos processos de degradação das Veredas, onde o material vegetal, acumulado à superfície, provoca o rápido alastramento do fogo, destruindo grande parte da flora e fauna desses ambientes (HUNTER JUNIOR, 1996), além, da perda da matéria orgânica.

A ocupação por pequenos produtores, conhecidos como verezeiros, também tem sido um problema, estes devido a falta de renda e terras ocupam áreas protegidas, e ali introduzem pequenas lavouras e/ou pastagens, deixando o gado livre, e causando compactação além da supressão da vegetação herbácea nativa desencadeando um processo de alteração na dinâmica natural do sistema (RAMOS et al., 2006).

## 2.2 Geomorfologia e solos das Veredas.

As Veredas possuem quatro unidades geomorfológicas distintas conhecidas como zona do envoltório, zona seca, zona encharcada e zona do canal (MELO 1978); estas distinguem-se por seus aspectos botânicos, pedológicos, hidrológicos e topográficos, (BOAVENTURA 1978; AB´SABER, 2001)

A **Zona do envoltório** corresponde às bordas de superfície tabular e contornam toda a Vereda, tem como cobertura característica a vegetação do Cerrado, sobre solos de origem areno-quartzosa, com predomínio de areais muito finas. A **Zona seca**, com uma vegetação de gramíneas, fica nas vertentes das Veredas sobre solos gleizados e/ou hidromórficos com presença de mosqueados e concreções, devido a constante oscilação do lençol freático no sistema. A **Zona encharcada** corresponde ao fundo plano da Vereda caracterizado por conter aproximadamente 0,20 m de matéria orgânica, com uma camada de 0,40 a 0,80 m de solos areno-argilosos escuros e vegetação composta por gramíneas e geralmente buritis. A **Zona do canal** envolve o canal de drenagem, onde há fluxo e escoamento de água, em meio a solo turfoso, onde próximo ao talvegue apresenta pouca profundidade, e à medida que se afasta da nascente aumenta a profundidade do curso hídrico.

Em observações posteriores Ferreira, (2003, 2005 e 2008) caracteriza além das zonas, modelos de Veredas na região dos chapadões do Cerrado goiano. Estes modelos **de Superfície Tabular; de Encosta; de Terraço; de Sopé; de Enclave; de Patamar; de Cordão Linear; de Vales Assimétricos** colocam a Vereda em análise como Vereda de Superfície Tabular, estas se desenvolvem em áreas de planaltos, se subdividem em Veredas de superfícies tabulares e de encosta, tendo as tabulares sua origem no extravasamento de lençóis aquíferos superficiais.

Nas Veredas, normalmente, estão presentes solos ácidos, com elevados conteúdos de alumínio trocável e matéria orgânica, baixa disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo, boa disponibilidade de zinco e manganês, e elevada disponibilidade de ferro (RAMOS, 2004). Comportamento associado às zonas de concentração de umidade no solo, pois estas se

encontram em cabeceiras de drenagem pouco profundas (LIMA; SILVEIRA, 1991), cujo escoamento apresenta variações sazonais de vazão em acordo com o regime de precipitação (BOAVENTURA, 1978; AMARAL, 1999), explicando a ocorrência de solos de baixa fertilidade, em decorrência da lixiviação de nutrientes, provocada pela constante percolação de água (SANTOS et al., 2002).

Devido à posição que ocupam na paisagem os solos das Veredas são fortemente influenciados pelos processos de hidromorfismo, o que ocorre em relevo com declividade de até 3 % (CAMPOS, 1999). Sob o processo de hidromorfismo os solos apresentam cores cinzentas, devido à intensa desferriificação, processo oposto aos de ocorrência em chapadas, onde o suprimento de oxigênio é abundante e predominam solos de cores amarelas a vermelhas, a depender do regime hídrico local (RESENDE et al., 2002; USDA, 2010).

A cor do solo é um dos atributos utilizados para classificar, caracterizar e diferenciar os mesmos, principalmente pela facilidade e praticidade de sua visualização. Esta avaliação se faz necessária em qualquer descrição de perfil de solo, em análises pedológicas e em vários sistemas de classificação de solos (BARRÓN et al., 2000; VENDRAME et al., 2011).

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), a cor tem papel fundamental na subdivisão dos Latossolos, por exemplo (EMBRAPA, 2013). As cores vermelha, amarela e marrom encontradas nos perfis de solo, são resultantes da presença de óxidos de ferro a qual pode ser mascarada pelo acúmulo de matéria orgânica particularmente na parte superficial (POST et al., 1993; CORNELL; SCHWERTMANN, 1996; MUGGLER et al., 2005; GENÚ; DEMATTÊ; FIORIO, 2010). Corroborando com isso Resende (1976) e Schwertmann (1993), citam a cor do solo como um indicador seguro da presença de óxidos de Fe e outras importantes propriedades do solo a estes relacionadas a eles.

A relação dos óxidos de Fe com a cor do solo oferece informações úteis à pedologia, pois permite identificar estes minerais. Trabalhos como os de Hurst (1977); Tharimarajan (1979); Torrent et al., (1980), comprovaram por meio do índice de avermelhamento (IV), baseado na carta Munsell, a presença de hematita em solos vermelhos da Espanha.

Os processos de oxidação e redução do ferro e do manganês determinam características morfológicas dos solos conferindo-lhes, cores distintas (GONÇALVES et al., 2011). A solubilidade e a cor do ferro e do manganês são influenciadas pela oxidação, explicando os matizes cinza, preto, marrom e amarelo, comumente observados em solos hidromórficos (BREEMEN; BUURMAN, 2002), que associados à presença de mosqueados representam um forte indicador de ambiente hidromórfico (BOUMA et al., 1990; VEPRASKAS et al., 1993; SILVA NETO, 2010).

Os óxidos de ferro têm a sua formação influenciada por processos pedogenéticos e são formados a partir da liberação de íons de ferro, por intemperismo, tanto de minerais primários, quanto de secundários (SCHWERTMANN; TAYLOR, 1989). Estes ocorrem no solo na forma de pequenos cristais e podem ser encontrados distribuídos no solo ou segregados, como mosqueados, nódulos, ferricretes, plintita, petroplintitas e outros (SCHWERTMANN; TAYLOR, 1989; KÄMPF CURI, 2000; ABREU et al., 2007). A ausência de óxidos de ferro no solo é um indicativo de ambiente redutor, condições pedoambientais relacionadas a excesso de água (SCHWERTMANN; TAYLOR, 1989).

Os principais óxidos de ferro encontrados no solo são a hematita, que confere a estes cores avermelhadas, a goethita responsável pelas cores bruno-amareladas, a lepidocrocita, responsável por cores alaranjadas, e a maghemita e ferridrita, que transmitem cores bruno-avermelhadas (TORRENT et al., 1980; ESPIRITO SANTO, 1988; BISPO, 2010), e em sua maioria não são encontrados em solos de áreas alagadiças, onde o ambiente redutor prevalece, como na Vereda, em discussão, indicando presença de água abundante nos solos. Informação corroborada por Boixadera et al., (2003), que avaliando solos gleizados observou ausência de óxidos de ferro (hematita, goethita e lepidocrocita) na maioria dos horizontes, mas presentes em solos com alternância entre os ambientes oxidante e redutor.

Solos em ambiente redutor, onde ocorre o processo de gleização, apresentam, normalmente, cores de matiz cinzenta, variando de 5Y a 5BY, com croma =1 (FITZPATRICK et al., 2003; AKPAN-IDIOK; ESU, 2013). Alguns autores, partindo destas premissas tentam estimar, por meio da cor do matiz do solo e do matiz dos mosqueados, a profundidade e o período de duração da saturação com água (VAN WALLENBURG, 1973; FRANZMEIER et al., 1983; JAMES; FENTON, 1993; MOKMA; SPRECHER, 1994)

A rápida mudança da cor verde/azulada para amarelo, em horizontes glei, quando expostos ao ar, é um dos princípios para diagnóstico deste horizonte (BOURRIÉ et al., 1999). A cor do solo está, portanto, relacionada à natureza dos óxidos de ferro presentes e tem sido utilizada como um critério para classificação de solos (EMBRAPA, 2013).

As cores do solo são descritas e observadas por meio do matiz (comprimento de onda e luz), croma (intensidade da cor ou pureza em relação ao cinza) e valor (brilho ou tonalidade) usando a carta de cores de Munsell, baseando-se na percepção visual, (MELVILLE; ATKINSON, 1985; POST et al., 1993) portanto subjetiva. Por outro lado, essa subjetividade qualitativa se alia a dados quantitativos resultantes, por exemplo da extração dos teores de ferro do solo, os quais podem corroborar a observação feita, via formações pedogenéticas presentes, e identificadas a partir da liberação de íons ferro e pela presença de processos de

oxidação e redução dos mesmos, determinantes das características distintas dos solos, as quais conferem a estes cores distintas (SCHWERTMANN; TAYLOR, 1989; KÄMPF CURI, 2000; BREEMEN; BUURMAN, 2002; GONÇALVES et al., 2011).

Dentre os métodos de análise e identificação dos teores de ferro, destacam-se a extração de ferro com ditionito-citrato-bicarbonato (MEHRA; JACKSON, 1960; CAMARGO et al., 2008), o qual dissolve os óxidos de ferro com estrutura cristalina definida, como hematita e goethita, enquanto as formas de óxidos menos ordenadas ou amorfos como a ferridrita, são avaliadas pela extração de ferro com oxalato de amônio (SCHWERTMANN, 1964; MCKEAGUE; DAY, 1966; LI-CHU et al., 2015).

A relação entre estes  $Fe_{(DCB)}$  (Ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato) e  $Fe_{(OX)}$  (Ferro extraído com oxalato de amônio) indica a proporção de óxidos de ferro pedogênicos e de baixa cristalinidade, incrementos nos valores desta relação indicam o aumento dos óxidos de ferro cristalino. (MEIRELLES et al., 2012).

Os solos com maiores teores de carbono orgânico, têm esta relação ( $Fe_{(DCB)}/Fe_{(OX)}$ ) afetada uma vez que a presença de matéria orgânica inibe o processo de cristalização durante a formação dos óxidos de ferro; SCHWERTMANN; KÄMPF, 1985; VOGELSANG et al., 2016).

Em solos hidromórficos e/ou influenciados pelo lençol freático, a dinâmica do carbono orgânico (CO) é diferente devido à diminuição do oxigênio na atmosfera do solo, dificultando a oxidação da matéria orgânica do solo (MOS) e reduzindo as taxas de decomposição, enquanto em ambientes de solos bem drenados, a decomposição da MOS é relativamente rápida resultando em produtos como  $CO_2$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  e compostos de grande estabilidade (PONNAMPERUMA, 1972; CAMARGO et al., 1993; BUOL et al., 2003; ANJOS et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2010).

O CO, é o principal componente da MOS, e as variações nos teores de CO têm sido utilizadas para avaliação da qualidade do solo (RESCK et al., 2008). Além de dar indicações das condições ambientais, como as alagadiças ou frias, onde ocorre acúmulo de MOS.

A escassez de informação detalhada sobre os solos, para auxiliar em tomadas de decisão, tanto para conservação quanto para produção sustentável (DELDEN et al., 2011), tem aumentado por falta de pedólogos experientes (DEMATTE et al., 2007) e recursos governamentais (BAZAGLIA FILHO et al., 2013).

Alguns estudos indicam novas soluções para mapeamentos quantitativos na delimitação de classes taxonômicas e evolução da relação solo, gênese-paisagem (TRANGMAR et al., 1985; MINASNY; MCBRATNEY, 2007). Desta forma, modelos

matemáticos são propostos para avaliações bidimensionais e tridimensionais integradas a análises geoestatísticas para obtenção de respostas relativas a diferentes padrões de variabilidade e identificação de limites na paisagem (TORRENT et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2010; ZAWADZKI et al., 2012).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no sul da região Centro-Oeste do Brasil, a leste do Mato Grosso do Sul (Microrregião de Paranaíba), município de Aparecida do Taboado – MS, entre as coordenadas 20° 12' 01'' de latitude sul e 51° 16' 39'' de longitude oeste, em um subsistema típico do Cerrado Brasileiro nomeado como “Vereda”, com elevação da ordem de 350 m acima do nível do mar (Figura 1).

**Figura 1-** Localização geográfica da área de estudo, município de Aparecida do Taboado-MS.



Fonte: Dados do próprio autor.

A região é nomeada como Bolsão, envolve o noroeste do estado do Mato Grosso do Sul, nas divisas do estado de São Paulo e Goiás. Este encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica do rio Paraná, é caracterizado como uma região vulnerável, por possuir coberturas arenosas mesozoicas, a partir de formações de rochas e solos residuais do grupo Caiuá e Bauru (SEMAG, 2011).

A geologia regional é composta de uma pequena porção de rochas do período Jurássico (145 a 201 Ma), o grupo São Bento (formação Serra Geral, com domínio de basalto)



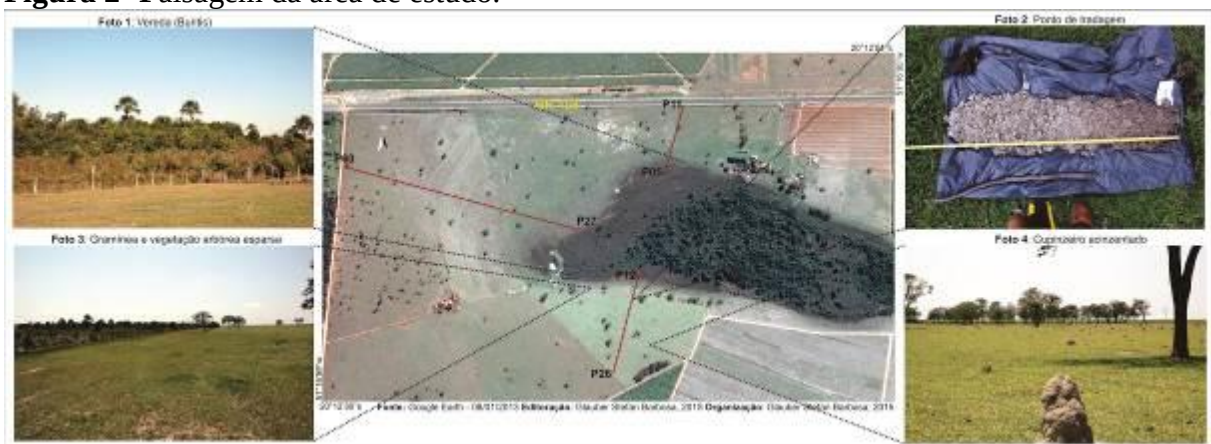
e do período Cretáceo (66 a 145 Ma), o Grupo Bauru (formação Santo Anastácio e formação Adamantina ambos constituídos por arenitos). A geomorfologia da região apresenta predomínio de modelados de dissecação colinosos e tabulares e pequenas áreas de relevo plano com declividades que variam de 2° a 11°, divide-se em duas unidades geomorfológicas, os divisores tabulares dos Rios Verde e Pardo e os Patamares da Serra do Aporé (SEMAC, 2011)

O clima da região é do tipo Aw (com estação chuvosa no verão e seca no inverno), segundo o sistema internacional de Köppen (1945-1962), definido como semiárido a sub-úmido/úmido. A temperatura média anual, na região, é de 23,5 °C, com precipitação média anual de 1.560 mm.

A Vereda estudada caracteriza-se como Veredas de Superfície Tabular se desenvolvem em áreas de planaltos, onde são originárias do extravasamento de lençóis aquíferos superficiais, conforme a classificação proposta por (Boaventura, 1978). Esta ocupa uma área de aproximadamente 39 ha, 1.250 metros de diâmetro maior e 425 metros de diâmetro menor e drena uma microbacia de aproximadamente 52 ha, possuindo vertentes planas e suaves onduladas.

Aplicando-se a classificação proposta por Melo (1978), para ambientes de Veredas notou-se a presença de três unidades geomorfológicas onde, no topo da vertente encontra-se uma vegetação de gramínea rasteira no lugar onde deveria estar o Cerrado descaracterizado pela introdução de pastagens, e nas partes mais deprimidas da encosta (sopé) e porções alagadiças observou-se também a presença de gramíneas rasteiras e uma mistura destas com capim rabo de burro (*Andropogon bicornis*), e Buritis (*Mauritia flexuosa*), entre outros; vegetação típica do subsistema das Veredas (Figura 2).

**Figura 2- Paisagem da área de estudo.**



Fonte: Dados do próprio autor.

Perfis foram descritos (topo – meia encosta – sopé da encosta e base da Vereda) em cada compartimento da paisagem, ao longo de uma topossequência. A descrição dos perfis seguiu metodologia proposta por Santos et al., (2005) e os perfis foram classificados em acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), por meio de análises químicas, físicas, morfológicas e mineralógicas de amostras de solo coletadas em cada horizonte dos perfis da topossequência.

A distribuição dos solos nas Veredas, bem como sua configuração horionzontal/lateral, foi determinada usando as premissas metodológicas de Boulet et al., (1982), também adotada por Bispo et al., (2011), com tradagens realizadas a cada 20 m, aproximadamente, até 1,0 m de profundidade ou até o lençol freático, ao longo de três transectos. As coletas foram realizadas em um período atípico de seca que ocorreram de julho a novembro de 2014.

Para confecção dos perfis pedomorfológicos (PP) foram demarcados três transectos e coletadas amostras com auxílio de trado holandês, de material inoxidável para a não contaminação das mesmas. Em cada ponto amostral o solo foi coletado até 1,00 m de profundidade com as amostras organizadas à superfície para identificação dos horizontes, por variação na cor e na textura, percebidas em campo (Figura 2).

Demarcados os pontos, as tradagens foram realizadas para identificação da cobertura pedológica em diferentes etapas, por meio de estudos bidimensionais das características morfológicas do solo. Para cada um dos três transectos (T1, T2 e T3) foi preparado um perfil pedomorfológico (PP1, PP2 e PP3), que tiveram por base os perfis topográficos, confeccionados a partir de informações extraídas do Google Earth e auxílio do software Corel Draw, os quais foram nomeados como PT1, PT2 e PT3. O perfil pedomorfológico 1 (PP1) foi preparado a partir das observações feitas no transecto 1 (T1), onde foram realizadas 09 tradagens (P1 a P9) no sentido SSW – NNE, totalizando 216 metros de extensão. O perfil pedomorfológico 2 (PP2), contém dados do transecto 2 (T2), com 14 tradagens (P12 a P26) no sentido NNE – SSW, totalizando 312,5 metros de distância entre a tradagem inicial e a final. O perfil pedomorfológico 3 (PP3) foi produzido a partir de 33 tradagens (P27 a P60) no sentido ESE – WNW, e tem 735 metros de extensão, com base no transecto 3 (T3), todos confeccionados com o auxílio do software Corel Draw.

A cor úmida, determinada com auxílio de carta de cores Munsell (MUNSELL, 2009; SANTOS, 2015) foi transposta para os três perfis pedomorfológicos (PP1, PP2 e PP3), com auxílio do software “Corel Draw”. Após determinação das cores úmidas as amostras coletadas

foram secas ao ar, moídas e passadas em peneiras de malha de 2 mm para a obtenção de terra fina seca ao ar – TFSA, (EMBRAPA, 2011).

Ao todo foram 60 pontos amostrais, em cada um deles, foram coletadas amostras até 1,00 m de profundidade, subdivididas em acordo com as mudanças na cor e na textura *in loco*, como citado anteriormente, destas foram selecionadas duas sub-amostras, a mais superficial na faixa aproximada de 0,0 - 0,20 m e a de maior profundidade, sub-superficial de 0,80-1,00 m para amostras sem influência de água para as amostras sob influência do lençol freático utilizaram-se as amostras mais profundas coletadas (0,60 – 0,70 m)

As cores observadas foram descritas por meio do matiz (comprimento de onda e luz), croma (intensidade da cor ou pureza em relação ao cinza) e valor (brilho ou tonalidade) usando a carta de cores de Munsell, cuja identificação baseia-se na percepção visual, (MELVILLE; ATKINSON, 1985; POST et al., 1993).

Para identificação e caracterização dos óxidos de ferro do solo, utilizaram-se as técnicas de dissolução por ditionito-citrato-bicarbonato e oxalato de amônio (MEHRA; JACKSON, 1960; McKEAGUE; DAY, 1966; SCHWERTMANN, 1973; INDA JUNIOR; KÄMPF, 2003; EMBRAPA, 2011; VOGELSANG et al., 2016).

A extração de Fe, efetuada com ditionito-citrato-bicarbonato (MEHRA; JACKSON, 1960; EMBRAPA, 2011) determina as formas cristalinas do ferro, enquanto a extração com oxalato de amônia a pH 3,0 determina a presença de óxidos de ferro amorfos (McKEAGUE; DAY, 1966; SCHWERTMANN, 1973; YIN et al., 2015).

Deste modo procedeu-se a determinação do Fe, utilizando-se 2 g de solo, moídas em almofariz de ágata e passadas em peneira de 0,105 mm. Colocadas em tubos de centrifuga de 50 mL, foram adicionados 40 mL da solução de citrato tribásico de sódio biidratado 0,3 M e 5 mL de solução de bicarbonato de sódio 1 mol L<sup>-1</sup>, aquecidos em banho-maria à temperatura de 75°C onde receberam 1 g de ditionito de sódio em pó, procedimento que foi repetido por três vezes, com intervalo de 5 minutos. Após o resfriamento procedeu-se a centrifugação a 2.000 rpm por 10 minutos, reservando o sobrenadante (EMBRAPA, 2011).

Para determinação dos óxidos de ferro amorfos do solo, foi utilizado o método de extração com oxalato ácido de amônio utilizando 0.05 g de solo em tubo de centrifuga âmbar, onde foram adicionados 20 mL de oxalato ácido de amônio (0,2 mol L<sup>-1</sup> pH 3,0), agitados por 4 horas, centrifugados a 2.000 rpm, por 15 minutos, e cuidadosamente coletado o sobrenadante, em tubo também âmbar (EMBRAPA, 2011). Os teores de ferro solubilizados tanto pelo ditionito, como pelo oxalato foram determinados por espectrometria de absorção atômica (MEHRA; JACKSON, 1960; SCHWERTMANN, 1964; EMBRAPA, 2011).

Determinações de pH foram feitas em água e KCl (Figura 3) na proporção solo/solução 1:2,5 (v/v) de acordo com EMBRAPA, 2011.

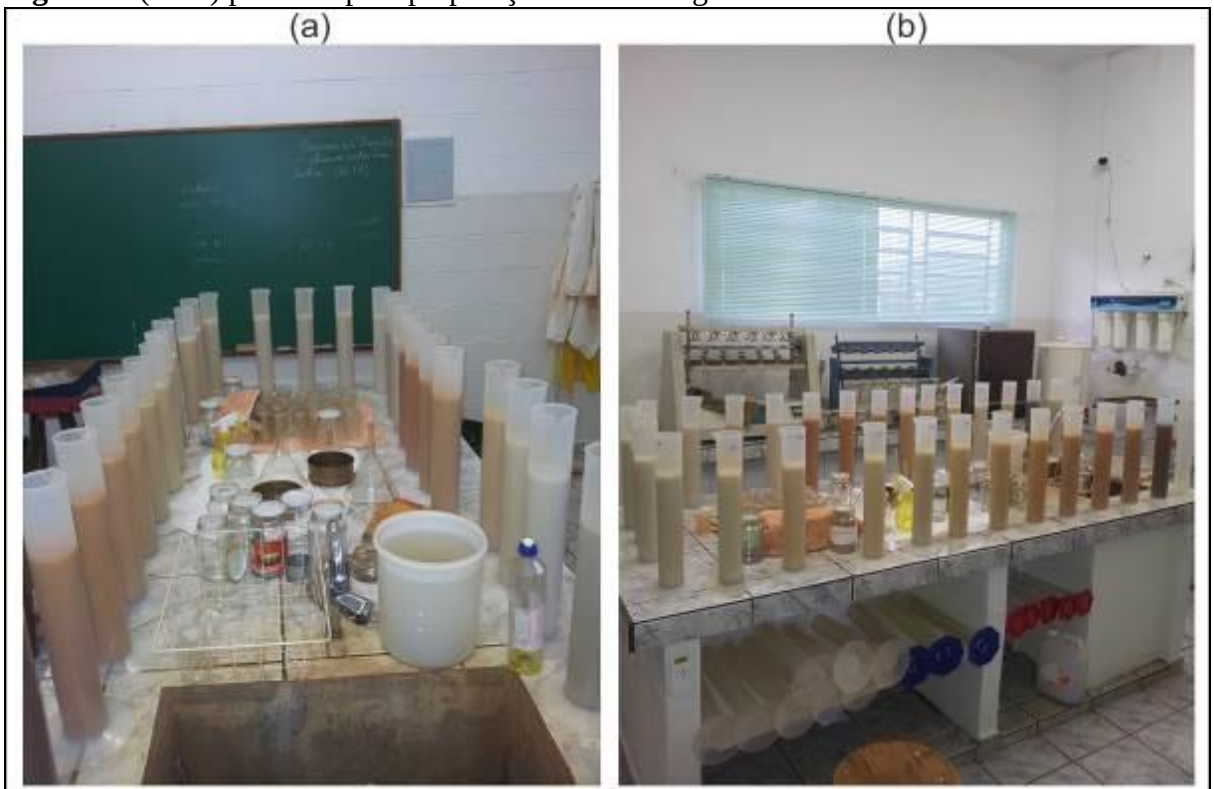
**Figura 3-** (a) e (b) pH em água e KCl



Fonte: Dados do próprio autor.

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta (Figura 4), conforme (EMBRAPA, 2011), utilizando uma solução de NaOH 0,1N como dispersante químico.

**Figura 4-** (a e b) provetas para preparação da análise granulométrica.



Fonte: Dados do próprio autor.

O carbono orgânico total (COT), foi determinado, pelo método gravimétrico de perda de massa por ignição (PI), que se baseia no princípio da perda de carbono por aquecimento e incineração (BEN-DOR; BANIN, 1989), optou-se por essa metodologia devido a não produção de resíduos e ao baixo custo. As mesmas foram secas em estufa a 105° C por 24 h, pesadas 2 g, colocadas em cadinho de porcelana e submetidas à calcinação por 8 h em mufla a 400° C de temperatura. Após resfriamento as mesmas foram pesadas e a diferença entre a massa inicial e a massa final corresponde ao teor de carbono orgânico total do solo.

Os dados obtidos para Fe<sub>(DCB)</sub>, Fe<sub>(OX)</sub>, COT e pH<sub>(H<sub>2</sub>O e KCl)</sub> foram submetidos a análises estatísticas descritivas, para obtenção das médias e amplitudes de variação, além da utilização da técnica “Split Moving Windows” (SMW) para em conjunto avaliar os limites de preservação permanente nos compartimentos da paisagem identificados no campo (PEREIRA et al., 1996). A técnica estatística “Split Move Windows - SMW” tem como pressuposto identificar na paisagem limites em acordo com os diferentes padrões de variabilidade. Os dados coletados em transectos podem ser avaliados por meio da técnica SMW produzindo desta forma, mapas de variabilidade, contribuindo para compartimentação da paisagem, onde, os picos mostram-se eficientes delimitadores de áreas com diferentes padrões de variabilidade (DALE, 2005; KROGER et al., 2009; SIQUEIRA et al., 2015), consequentemente diferentes padrões em campo, permitindo assim a estratificação da paisagem em porções homogêneas ao longo dos transectos.

Esta baseia-se em cálculos estatísticos de dissimilaridade entre sequências de grupos de pontos amostrais coletados em transectos, permitindo identificar limites entre áreas com diferentes padrões de homogeneidade dos atributos do solo (WEBSTER, 1973).

As comparações foram feitas pelo teste t-student cujos valores foram colocados em um gráfico em função da distância, no qual, espera-se que os “maiores picos” observados, indiquem limites físicos para preservação da Vereda.

O cálculo da estatística t-student foi feito pela equação:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

onde:  $\bar{x}_1$  e  $\bar{x}_2$  são as médias amostrais das duas janelas com respectivos números de pontos  $n_1$  e  $n_2$ .  $s_p$  é uma estimativa combinada do desvio-padrão comum, dado pela equação:

$$s_p = \frac{(n_1 - 1)s_1 + (n_2 - 1)s_2}{n_1 + n_2 - 2}$$

onde:  $s_1$ ,  $s_2$ ,  $n_1$  e  $n_2$  representam os desvios-padrão e os tamanhos amostrais respectivamente, dos grupos dos pontos estabelecidos nas janelas (WEBSTER, 1973). Todas as análises foram realizadas por meio do software R, de domínio público (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

A partir da análise dos perfis pedomorfológicos das vertentes, foram escolhidos pontos de mudanças na cor do solo para a abertura e descrição de perfis para fins de classificação do solo. Foram abertos quatro perfis dispostos no topo e na base da vertente e dois intermediários na encosta.

Os perfis foram descritos *in-loco* de acordo com as premissas de Santos et al., (2005). Amostras foram coletadas em todos os horizontes, tendo os horizontes A e B ou A e C sido analisados química e mineralogicamente para atender ao SiBCS (EMBRAPA, 2013). As amostras foram secas ao ar, destorroadas e tamisadas em peneira de 2 mm, para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA).

Os horizontes diagnósticos dos perfis foram submetidos ao ataque sulfúrico para determinação dos teores de óxidos de silício, ferro e alumínio (EMBRAPA, 2011), quando adicionaram-se 50 ml de solução de ácido sulfúrico (1:1) a 2 g de solo, secas a 105° C por 24h. Esta mistura foi levada à chapa aquecedora e após 1h de fervura, em frasco com refluxo, foi resfriada, adicionados 50 ml de água e filtrada para a determinação dos teores de Fe e Al, a qual foi conduzida em espectrometria de absorção atômica e o Si foi determinado por colorimetria no resíduo do filtrado.

As análises mineralógicas foram realizadas por difração de raios-X (DRX) na fração argila, após remoção da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a 30% (v/v). A fração argila foi separada do solo por sifonação, após banho de ultrassom, de 30 minutos para dispersão, e peneiramento úmido (peneira de 0,053 mm) para remover a fração areia (SHANG; ZELAZNY, 2008; SOUKUP, et al. 2008). As amostras de gleissolos foram desferrificadas de acordo com Embrapa, (2011) para melhorar a qualidade dos difratogramas.

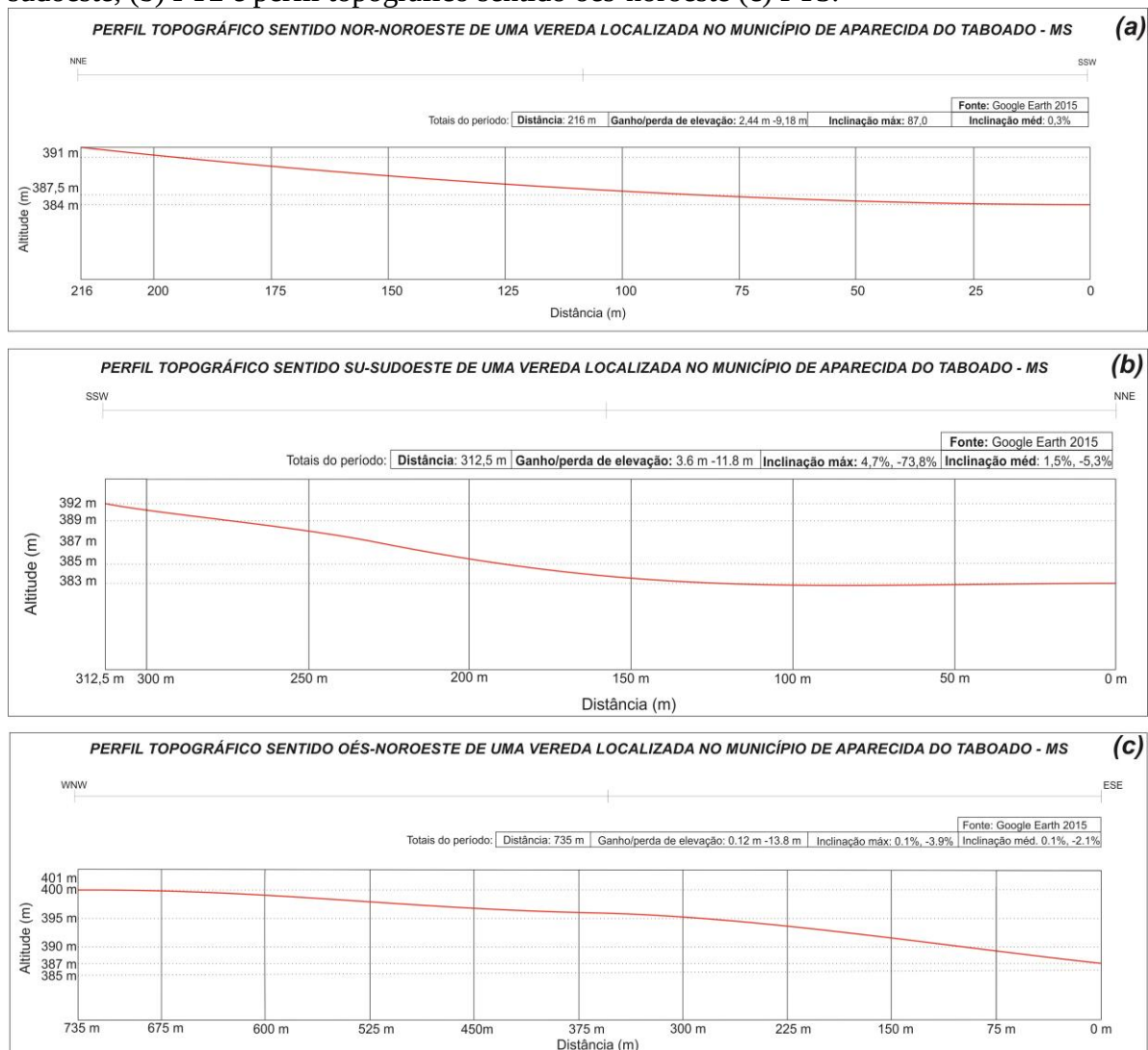
As amostras da fração argila foram transferidas para lâminas de vidro e orientadas por “esfregaço” com utilização de uma espátula e da própria lâmina (THEISEN; HARWARD 1962). Após secagem em temperatura ambiente foram analisadas em difratômetro de raios-X Rigaku Rotaflex RU200B utilizando tubo de cobre e monocromador de cristal de grafite acoplado; as velocidades de varredura foram de 4 a 60°  $1\theta\text{ min}^{-1}$ , o tubo de raios X foi operado a 20 mA e 40 Kv. De acordo com: (Moreira, 2007; Gonçalves, 2008; Brinatti, 2010).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Atributos físicos e químicos das topossequências

A partir dos transectos e dos perfis topográficos observa-se que no primeiro perfil topográfico (PT1), de sentido geográfico N-NE apresentou maior declividade quando comparado aos demais, com 3,2% em 216 m (Figura 5 a), e suficiente para interferir na dinâmica da água em subsuperfície. O segundo transecto (Figura 5 b), no sentido S-SW, apresentou 9 m de amplitude e 2,9% de declividade, em 312 m. O terceiro transecto sentido W-NO apresentou declividade de 1,9%, em uma distância horizontal de 735 m (Figura 5 c), revelando para os transectos 2 e 3 um relevo plano, justificando uma diferenciação na dinâmica da água entre estes e o transecto 1, onde o relevo é suave ondulado (IBGE, 2015).

**Figura 5-** Perfil topográfico sentido nor-noroeste (a) PT1; perfil topográfico sentido sudoeste, (b) PT2 e perfil topográfico sentido oés-noroeste (c) PT3.

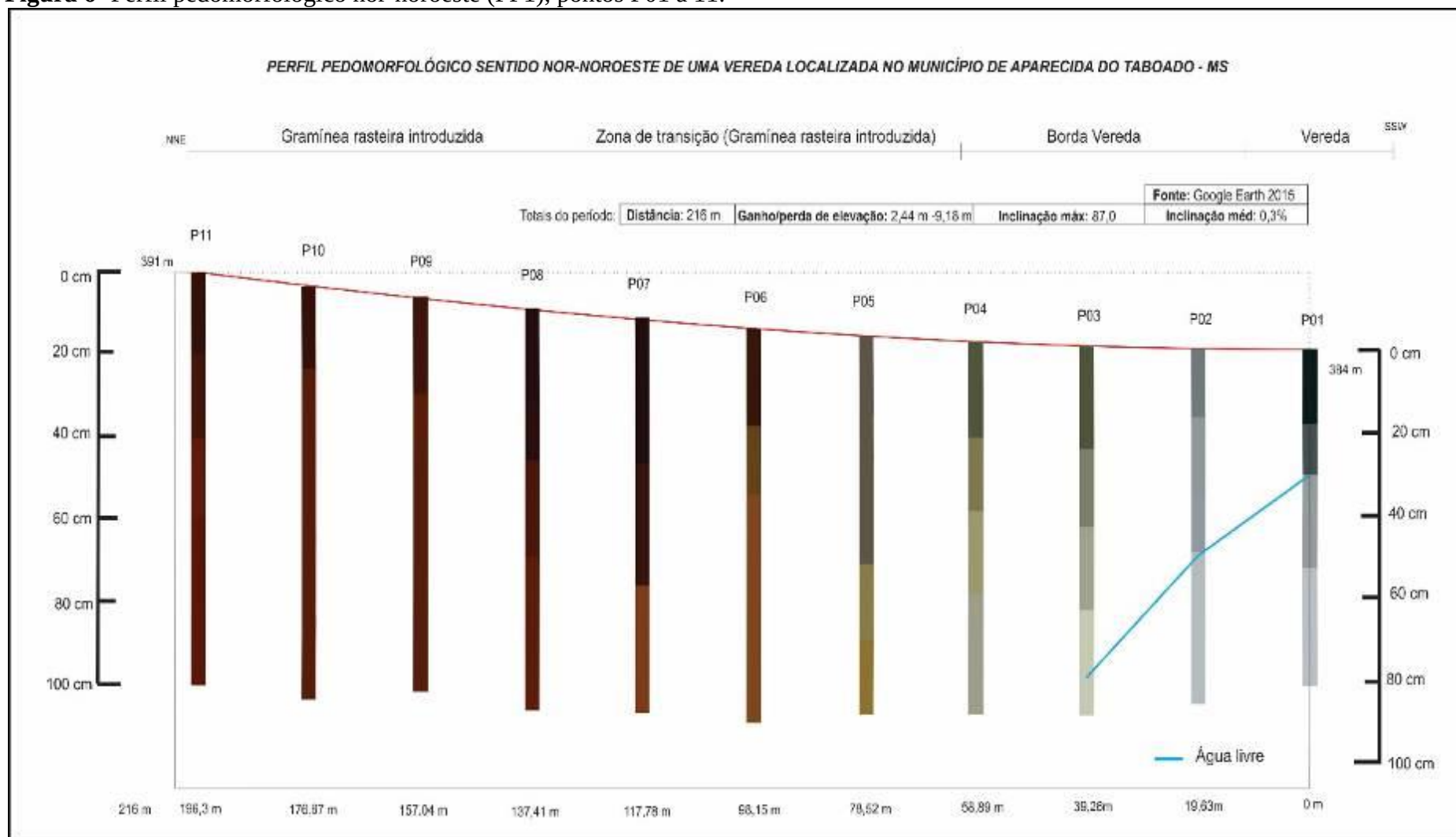


Fonte: Extraídos da base de dados do Google Earth e organizados pelo próprio autor.

As cores observadas na cobertura pedológica contribuíram para indicar os limites a serem propostos para conservação e manutenção deste ambiente. Associando-se os perfis topográficos (PT) (Figuras 5) e os perfis pedomorfológicos (PP) observaram-se mudanças nas cores, de gleizadas ou acinzentadas para matizes amarelados e avermelhados (Figuras 6, 7 e 8), onde em superfície no perfil pedomorfológico PP1 os pontos de tradagem P01 a P05 (Figura 6), apresentam matizes variando de GLEY 1 3/N (Cinzento muito escuro), a 5Y 4/1 e 7,5YR 4/1 (Cinzento-escuro), para cores mais amareladas/avermelhadas a partir do P06, com matiz 7,5YR 3/4 (Bruno-escuro), 2,5YR 2,5/4 e 2,5YR 3/4 (Bruno-avermelhado-escuro) até o P11.



**Figura 6-** Perfil pedomorfológico nor-noroeste (PP1), pontos P01 a 11.



Fonte: Dados do próprio autor

No PP2 (Figura 7) a cor em superfície variou do primeiro ponto amostral (P12) de 5Y 2,5/1 (Preto), passando para 5Y 3/1 (Cinzentos muito escuros) até 7,5YR 4/1 (Cinzentos-escuros), após o P17 tem-se uma mudança de coloração que variou dos matizes 7,5YR 4/2, 4/3 (Bruno), a 7,5YR 3/4 (Bruno-escuro) e nos últimos pontos amostrais (P25 e P26) chegaram a 5YR 3/4 (Bruno avermelhado escuro) e 5YR 4/6 (Vermelho amarelado).

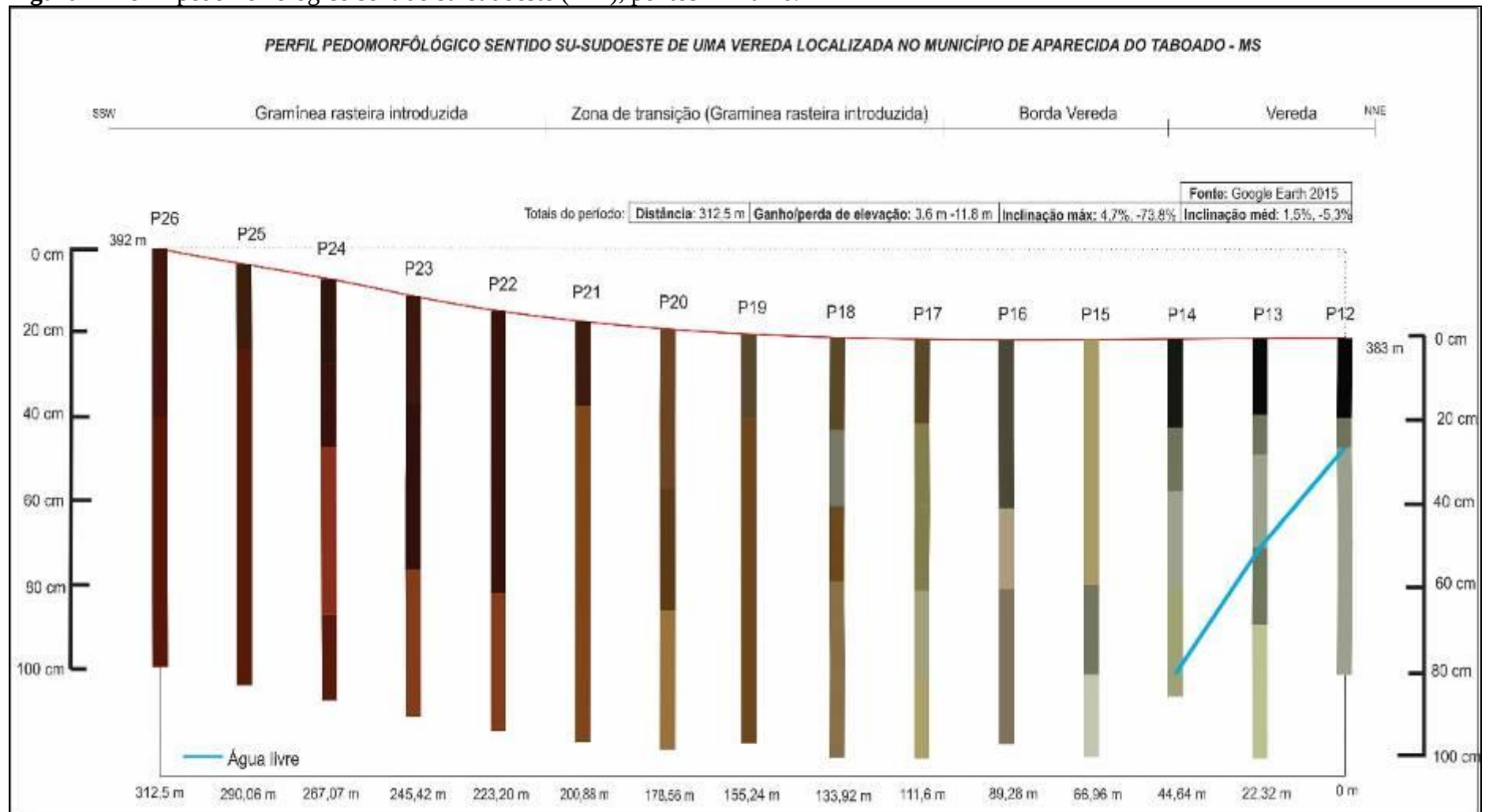
O PP3 apresentou variação de cor entre os matizes 5Y 3/1 (Cinzentos muito escuros), 5YR 4/1 (Cinzentos-escuros), do P27 ao P44 e a partir do P45 ao P48 o matiz passa a 5Y 7/1 e 7/2 (Cinzentos-claros), a partir do P49 tem-se uma mudança abrupta de coloração que segue até o P60, com matizes variando de 10YR 4/2 (Bruno-acinzentado-escuro), 10YR 4/3 (Bruno), 7,5YR 4/4 (Bruno) a matizes 5YR 3/3 (Bruno-avermelhado-escuro) no último ponto amostral (Figura 8). A mudança na coloração do solo ocorreu em superfície para o PP1 há aproximadamente 88,0 m de distância, no ponto de tradagem P06 (Figura 6), para o PP2 esta mudança nas cores ocorreram a partir do P16, aproximadamente em 89,0 m do P12, primeiro ponto amostral, (Figura 7). Já para o PP3 a mudança ocorreu, em superfície, no P49 a 480,0 m de distância do primeiro ponto amostral (Figura 8).

Avaliando este comportamento em profundidade verificou-se que a distância do primeiro ponto amostral dos transectos, em relação aos pontos onde as cores do solo mudaram, foram maiores quando comparadas às distâncias observadas à superfície, ou seja, no PP1 a 98,0 m, no PP2 a 111,6 m e no PP3 a 490,0 m de distância na camada de profundidade de 0,80 a 1,0 m, devido a influência do lençol freáticos presente em sub-superfície (Figuras 6, 7 e 8).

Na Vereda estudada, amostras de solo foram coletadas em ambiente saturado com água, o que ocorreu em P1, P2 e P3 nas profundidades de 0,60 a 0,80 m (Figura 6), com cores variando de GLEY 1 valor 6 a 7 e croma N a 5Y 7/1. Nos pontos P12, P13 e P14, em profundidades variando de 0,30 a 1,00 m, as cores obtidas foram 5Y com valor e croma entre 5/1, 6/1 e 7/2 (Figura 7), e do P27 ao P37, em profundidades de 0,30 a 0,80 m, as cores mais comuns foram GLEY 1 com valores 5 a 8 e cromas N e 10Y, e 5Y 7/2 (Figura 8).

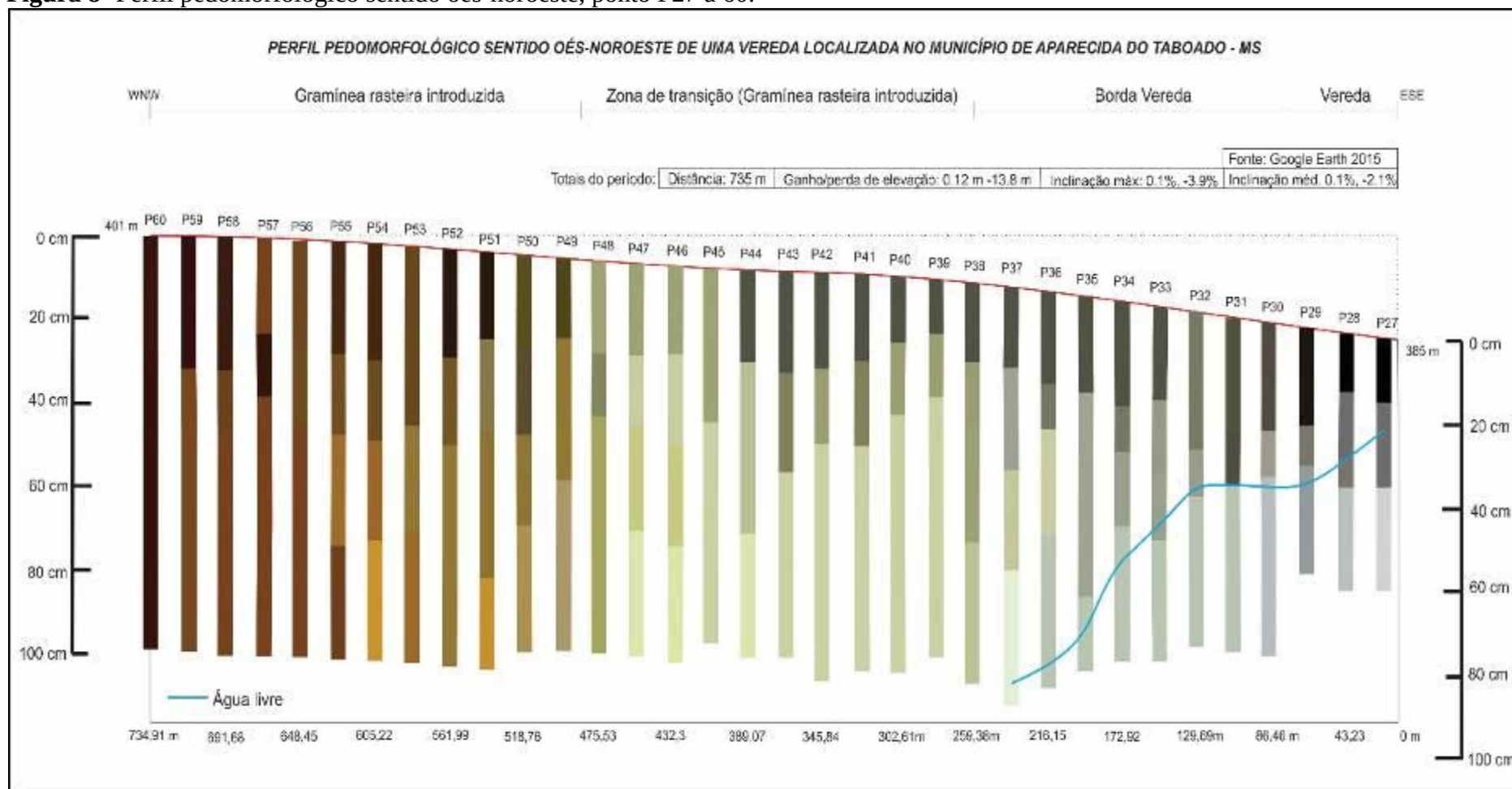
Esta situação de campo permitiu assumir que todas as cores observadas, em pontos com presença de água livre em profundidade, indicaram ambiente redutor o que é corroborado pela literatura (CHILDS, 1981; OLIVEIRA et al., 1992; CAMPOS et al., 2003; FITZPATRICK et al., 2003; COUTO; OLIVEIRA, 2010; CORINGA et al., 2012; AKPAN-IDIOK; ESU, 2013; EMBRAPA, 2013), e valida assim os pontos de mudanças de cor em superfície como sendo indicadores dos limites da área sob influência de água na Vereda.

**Figura 7-** Perfil pedomorfológico sentido su-sudoeste (PP2), pontos P12 a 26.



Fonte: Dados do próprio autor

**Figura 8-** Perfil pedomorfológico sentido oés-noroeste, ponto P27 a 60.



Fonte: Dados do próprio autor

Desta forma, pode-se assumir que a cor do solo localizada nesses pontos, onde água se faz presente durante tempo suficiente para o desenvolvimento de horizontes glei, seja indicadora dos limites da Vereda. Portanto, podendo ser tomadas como referência para indicação da presença de água e hidromorfia no ambiente.

A coloração acinzentada do solo está relacionada ao potencial redutor, onde a presença de água e a falta de oxidação caracterizam os ambientes como hidromórficos/redutores. Nesses ambientes ocorrem processos de gleização, produzindo, solos com cores de matizes, variando de 5Y a 5BY, com croma igual a 1, não ocorrendo a oxidação do ferro (CHILDS, 1981; OLIVEIRA et al., 1992; CAMPOS et al., 2003; FITZPATRICK et al., 2003; COUTO; OLIVEIRA, 2010; CORINGA et al. 2012; AKPAN-IDIOK; ESU, 2013).

O horizonte Gleí se desenvolve em ambiente redutor onde o ferro é reduzido devido à permanente presença de água (WILLETT, 1991; MCLATCHEY; REDDY, 1998), processo evidenciado pelas cores neutras com ou sem mosqueados. É um horizonte influenciado, geralmente, pela presença do lençol freático, e umidade, livre de oxigenação e saturado por água, em parte do ano ou em sua totalidade, apresentando cromas baixos e cores neutras como as acinzentadas e garante, em acordo com Embrapa (2013), a identificação de horizontes glei, cujas cores são utilizadas para sua caracterização para fins de classificação.

Os pontos P6 a P11, P21 a P26 e P49 a P60 são indicadores de ambiente oxidante, onde as cores com presença de pigmentos amarelos e/ou vermelhos são típicas da presença de óxidos de ferro. Torrent et al. (1980), e Espirito Santo (1988), relataram que mudanças na pigmentação do solo, estão estritamente relacionadas aos óxidos de ferro presentes, onde as cores avermelhadas (5R a 2,5 YR) remetem à presença de hematitas e as amareladas e/ou bruno amareladas (7,5YR a 2,5YR) à presença de goethita.

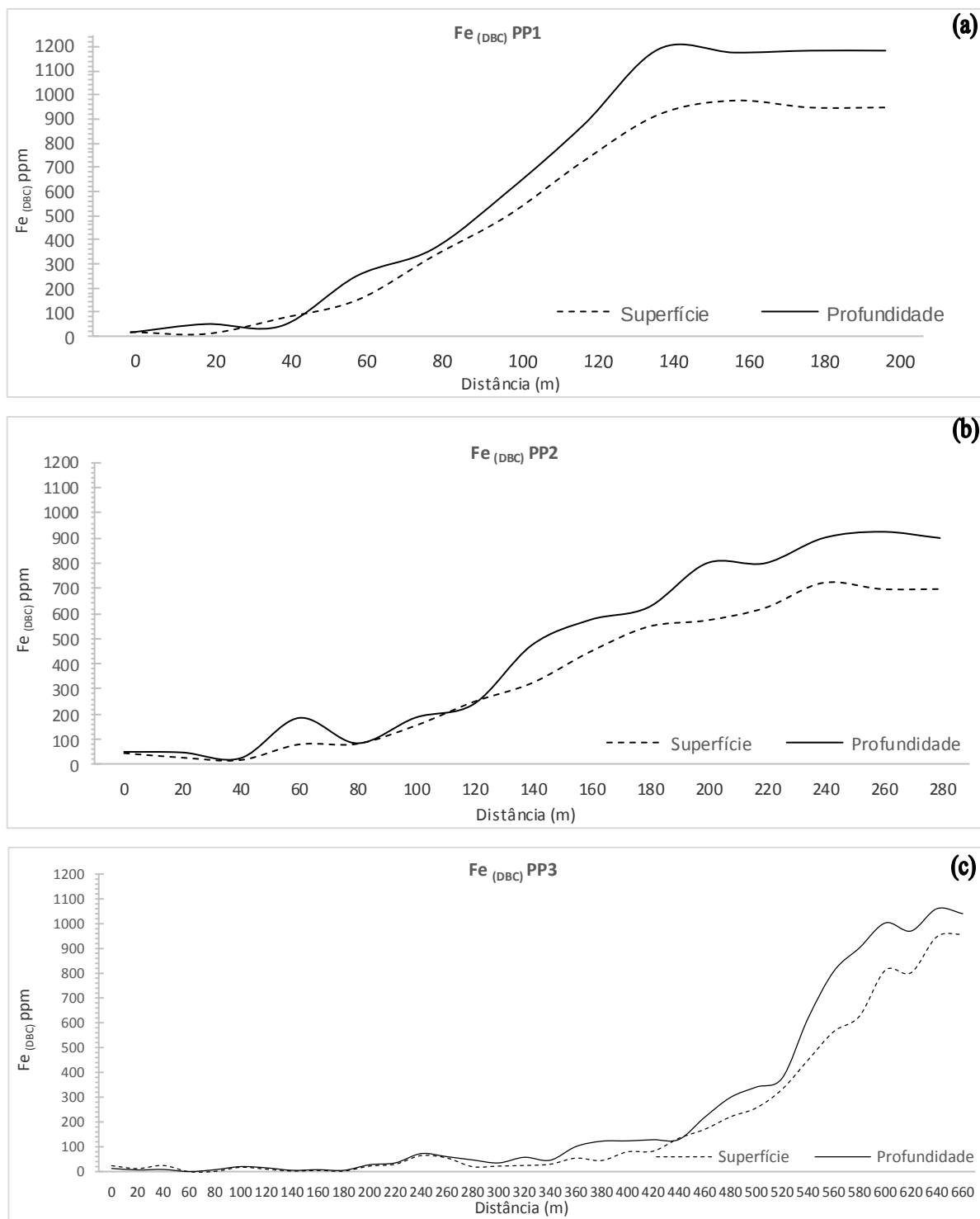
Pode-se então relacionar as variações na coloração do solo a processos de oxidação e redução do ferro no solo, o que confere a estes, cores distintas de acordo com o pedoambiente (BOUMA et al., 1990; VEPRASKAS et al., 1993; BREEMEN; BUURMAN, 2002).

Os conteúdos de Fe extraídos com DCB ( $\text{Fe}_{\text{DCB}}$ ) (Figuras 9 a, b e c) tendem a corroborar as observações feitas para cor do solo, uma vez que o Fe extraído pelo método DCB (MEHRA; JACKSON 1960), tem por finalidade remover principalmente o ferro sob a forma de óxido/hidróxido amorfo ou óxido cristalino, sem alterar a estrutura do material.

Estas afirmativas podem ser reforçadas pelos teores de  $\text{Fe}_{\text{DCB}}$  obtidos nos horizontes do solo associados à da malha de drenagem da Vereda (P01, P02, P03, P12, P13, P14 e do P27 ao P37), os quais, mesmo em período de seca permanecem molhados e apresentaram quantidades de  $\text{Fe}_{\text{DCB}}$  média de 36 ppm para o PP1, 41 ppm para PP2 e 10 ppm para o PP3 (Figura 9 a, b e

c). Valores de  $Fe_{(DCB)}$ , inferiores aos encontrados à superfície nos pontos onde ocorreram mudanças nas cores (330 ppm  $Fe_{(DCB)}$  no P05, 82 ppm de  $Fe_{(DCB)}$  no P16 e 83 ppm de  $Fe_{(DCB)}$  no P48), porém muito abaixo dos valores encontrados em ambiente oxidante (Figura 9 a, b c).

**Figura 9-** Conteúdo de  $Fe_{(DCB)}$ ; observado nos (a) PP1 (b) PP2 e (c) PP3.



Fonte: Dados do próprio autor

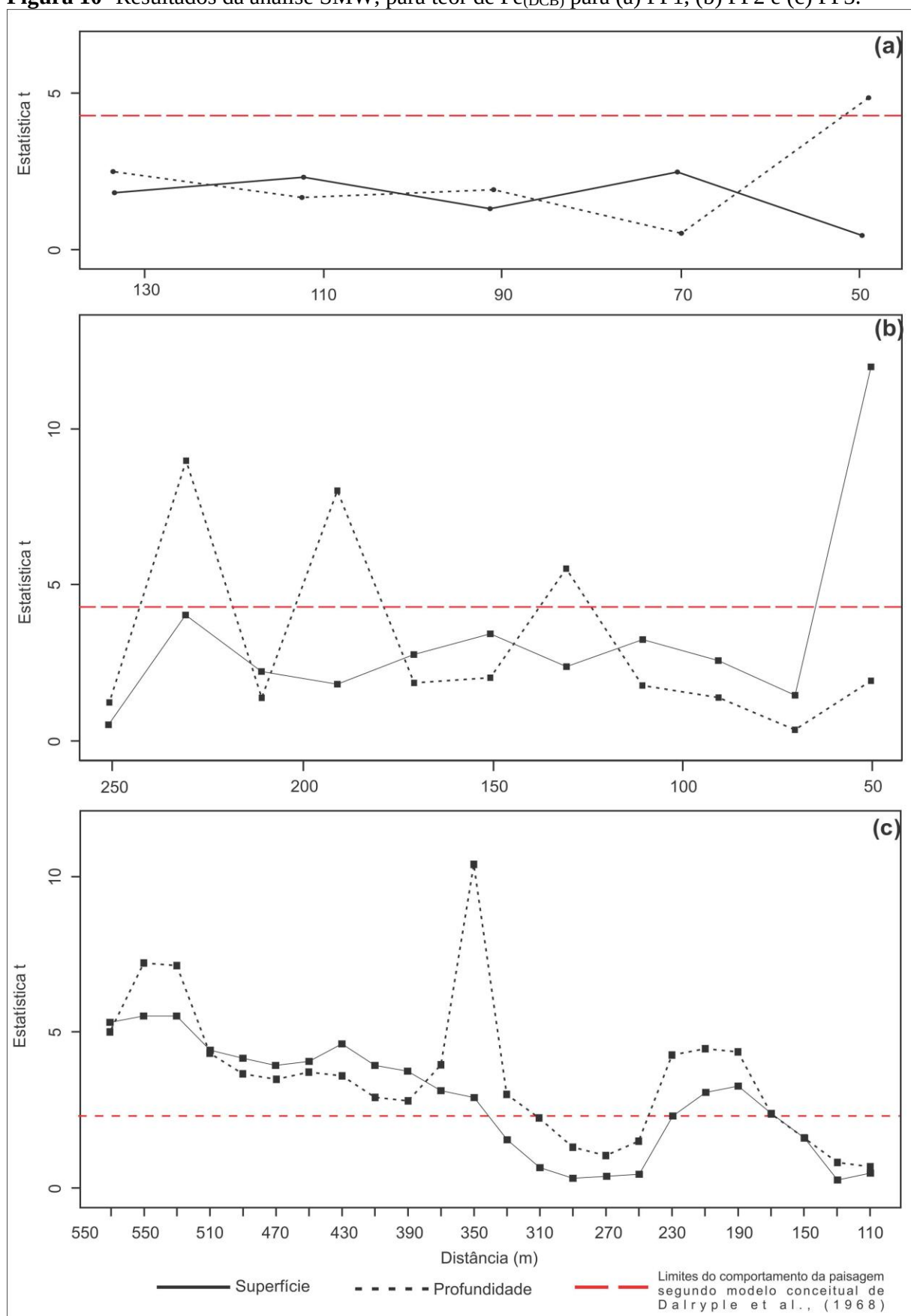
A pequena quantidade de Ferro<sub>(DCB)</sub> nas partes mais deprimidas e saturadas do terreno, comprovaram processos de gleização ou hidromorfismo (RESENDE et al., 2002; CAMPOS, et al., 2003; EMBRAPA, 2013), pois são influenciados pela presença constante ou parcial de água. Contrapondo com as partes mais elevadas dos perfis pedomorfológicos (P09, P10, P11, P24, P25, P26, P58, P59 e P60), onde, tem-se teores de Fe<sub>(DCB)</sub> médios de 955 ppm no PP1, 708 ppm no PP2 e 902 ppm no PP3, indicando mudança expressiva na quantidade de Fe<sub>(DCB)</sub>, o que permite associá-los a processos pedogenéticos de oxidação e pigmentação dos solos no topo da vertente e corrobora as indicações de ambiente oxidante e redutor já citadas (TORRENT et al. 1980; ESPIRITO SANTO, 1988; BOUMA et al., 1990; VEPRASKAS et al., 1993; BREEMEN; BUURMAN, 2002; GENÚ; DEMATTÊ; FIORIO, 2010).

Os baixos teores de Fe<sub>(DCB)</sub> encontrados nos pontos onde ocorreram mudanças na cor do solo, local constantemente influenciado pela presença de água podem ser tomados como parâmetro de referência para indicação dos locais onde a água se faz presente ao longo do ano e desta forma contribuir como mais um elemento de referência para demarcação das áreas de preservação permanente, no entorno da Vereda, pois nesse ambiente o Fe<sub>(DCB)</sub> depende do pedoambiente e independe do material de origem (SCHWERTMANN; TAYLOR, 1989).

Os dados de Fe<sub>(DCB)</sub>, Fe<sub>(OX)</sub>, teores de COT e comportamento do pH em H<sub>2</sub>O e KCl, foram avaliados estatisticamente pela técnica (SMW), permitindo estratificar os perfis pedomorfológicos, onde as mudanças significativas são indicadas quando os valores da estatística t (eixo y) são maiores que os valores do t crítico calculado, usando 5% de probabilidade. As janelas utilizadas foram adequadas à quantidade de amostras de cada transecto e para garantir rigor estatístico, tendo para T1 sido utilizados 5 pontos para a movimentação das janelas, para T2 9 pontos e para T3 também 9 pontos.

Nesta análise, foram indicadas as distâncias de 50,0 m (PP1) (Figura 10 a), 50,0 e 125,0 m (PP2) (Figura 10 b) e, 200,0 e 350,0 m (PP3) (Figura 10 c) como delimitadoras dos conteúdos de Fe<sub>(DCB)</sub>, as quais podem ser tomadas como apreciáveis indicativos de mudanças no pedoambiente. Estas observações mostram a fragilidade do sistema, quanto a sua preservação, posto que, parte da área alagada se encontra em uso com pastagem, mostrando que está inadequada a demarcação da APP, indicando a necessidade de uma nova delimitação da mesma.

**Figura 10-** Resultados da análise SMW, para teor de  $\text{Fe}_{(\text{DCB})}$  para (a) PP1, (b) PP2 e (c) PP3.



Fonte: Dados do próprio autor.



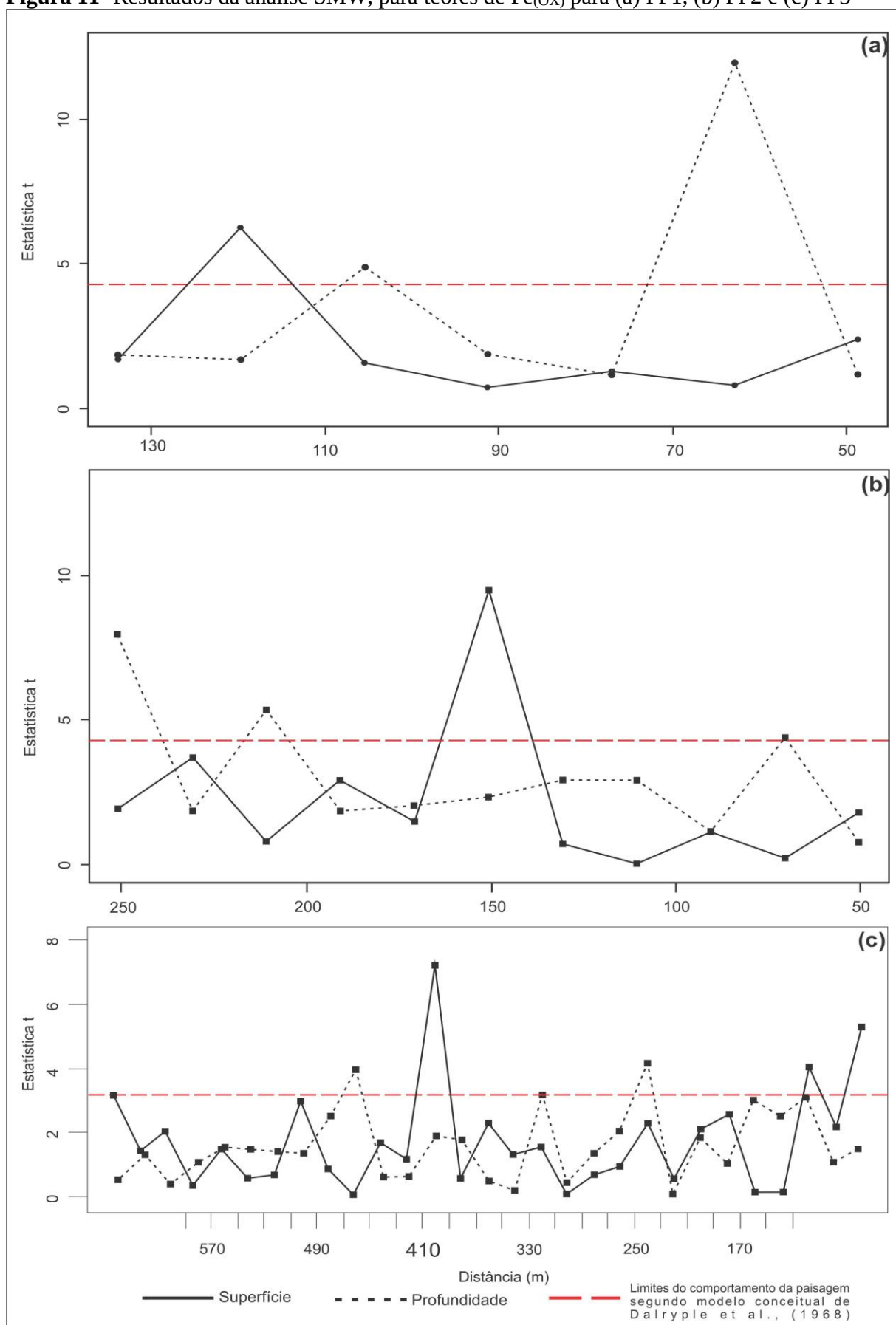
O ferro determinado pelo oxalato  $\text{Fe}_{(\text{ox})}$  indicou presença de minerais de ferro amorfos, no PP1 o comportamento das janelas móveis discutidas entre os horizontes avaliados (Figura 11), mostraram para o horizonte superficial homogeneidade do ponto inicial até sua primeira inflexão, 110 m distante do ponto inicial do transecto, com mudança de comportamento no conjunto dos dados avaliados, enquanto no horizonte subsuperficial observou-se 2 pontos de inflexão, indicando mudança de comportamento nos dados, um aos 30 m e outro aos 90 m, distâncias semelhantes às observadas para mudança de cor.

No horizonte superficial do PP2, observou-se mudança significativa ( $P < 0,05$ ) no teor de  $\text{Fe}_{(\text{ox})}$  150 m distante do primeiro ponto do transecto, enquanto no horizonte subsuperficial possui três mudanças significativas, com redução nos teores de Fe, aos 60, 210 e 250 m de distância do início do transecto, (Figura 11). A redução nos teores de  $\text{Fe}_{\text{ox}}$  ou redução nos óxidos/hidróxidos de ferro amorfos ocorreram gradativamente e coincidiram aos 250 m com local de ocorrência de cores amareladas/avermelhadas, indicando a presença de ambiente oxidante, com a presença de  $\text{Fe}^{3+}$  em minerais no estado cristalino.

No PP3 observou-se três mudanças significativas ( $P < 0,05$ ) no comportamento do  $\text{Fe}_{(\text{ox})}$  nos dois horizontes analisados, porém no horizonte superficial as inflexões ocorreu aos 220 m, 350 m e 490 m e em profundidade aos 290 m, 430 m e 550 m, mostrando que a influência da água em profundidade, representadas pelas variações do conteúdo de  $\text{Fe}_{(\text{ox})}$  ocorrem em distâncias maiores em relação ao primeiro ponto amostral, indicando influência de água na dinâmica dos minerais amorfos de Fe (Figura 11) e portanto, presença de água em uma área mais ampla em profundidade (SCHWERTMANN, 1964; MCKEAGUE; DAY, 1966; MEIRELLES et al., 2012; YIN et al., 2015).

Os teores de COT foram homogêneos ao longo do horizonte superficial do PP1 (Figura 12), mas apresentou em subsuperfície variação significativa ( $P < 0,05$ ), com ponto mudança próxima aos 100 m de distância do início do transecto, onde o COT aumentou sugeriu-se que no pedoambiente oxidante o COT atingiram maiores profundidades, quando comparados ao pedoambiente hidromórfico, uma vez que em solos bem drenados pode ocorrer uma movimentação do carbono orgânico solúvel, indicando a ocorrência de atividade pedobiológica com incorporação do COT ao solo em profundidade, corroborando com estudos realizados por Miklós (1992), Schaefer (2001), Miranda et al, (2006), Rolim Neto (2009) e Sarcinelli et al. (2009).

**Figura 11-** Resultados da análise SMW, para teores de  $\text{Fe}_{(\text{OX})}$  para (a) PP1, (b) PP2 e (c) PP3

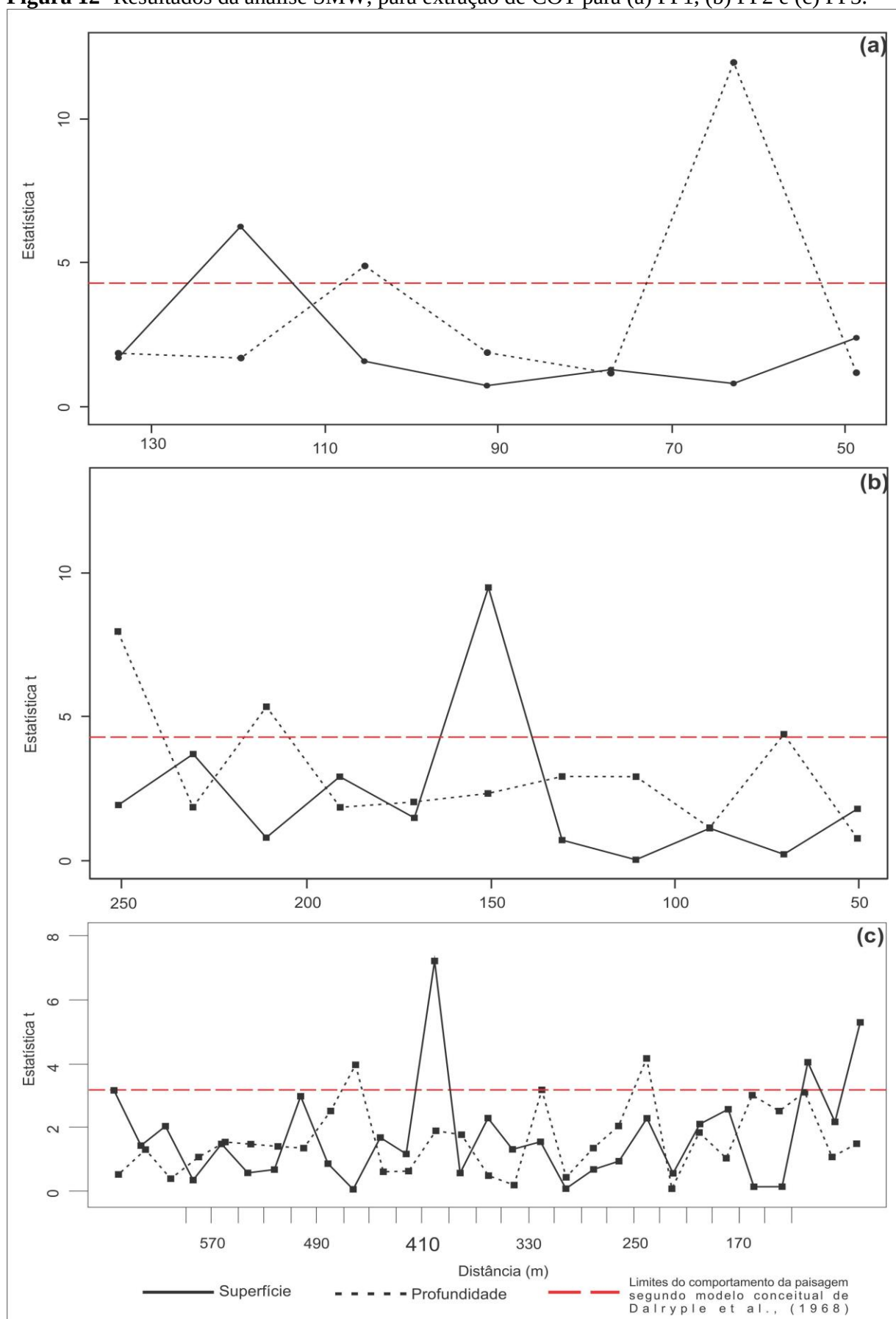


Fonte: Dados do próprio autor.

No horizonte superficial do PP2, (Figura 12) foi observada uma variação no COT, importante logo no início do transecto, com conteúdos de COT mais elevados. Em subsuperfície há uma indicação de variação perto de 200 m (Figura 12), com elevação dos teores de COT (Tabela 6), onde o uso atual é feito com pastagem, propiciando assim, a incorporação de COT ao solo, o que pode estar associado à atividade microbiana (Lovato et al., 2004; Souza et al., 2009) melhor distribuindo o COT em profundidade nos ambientes oxidantes, portanto bem drenados, se comparados ao pedoambiente hidromórfico. O ponto de mudança apontado à superfície próximo dos 75 m (Figura 12) sugeriu influência do alagamento no acúmulo de COT, o que é explicado pela redução do oxigênio no ambiente, uma vez que a anaerobiose minimiza drasticamente a ação dos microrganismos decompositores predominantemente aeróbicos (BREEMEN; BUURMAN, 2002; SILVA NETO, 2010).

No PP3, (Figura 12) há uma indicação de variação, com redução do COT próximo dos 290 m (Tabela 7), seguido de nova indicação de mudança perto de 440 m, onde ocorreram incrementos no COT, mostrando que a variação entre ambiente redutor e oxidante, interfere também no COT. (No horizonte subsuperficial a análise usando o SMW apontou também duas variações importantes, a primeira próxima dos 330 m e a segunda aos 490 m do início do transecto, indicando respectivamente redução e incremento no COT sugerindo comportamento semelhante do COT em profundidade, o que pode estar sendo influenciada pela presença de água no sistema, criando um ambiente não satisfatório aos microrganismos decompositores e consequente manutenção do COT no solo contrapondo com a dos solos bem drenados os quais tem uma rápida decomposição resultando em produtos como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_4$  e compostos de maior estabilidade (húmus). Deste modo temos uma mudança na dinâmica do COT (PONNAMPERUMA, 1972; CAMARGO et al., 1993; SOUSA et al., 2004, 2009).

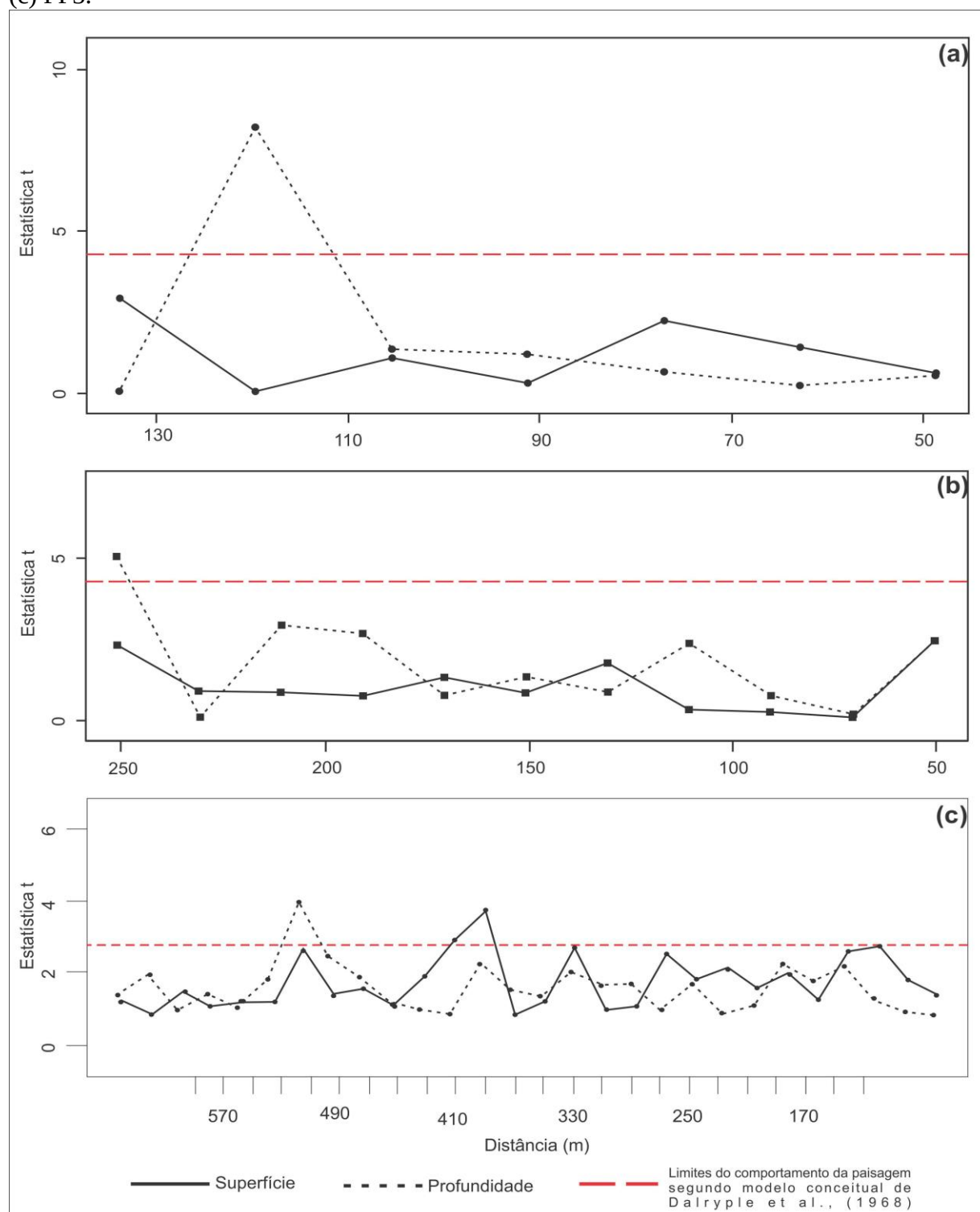
**Figura 12-** Resultados da análise SMW, para extração de COT para (a) PP1, (b) PP2 e (c) PP3.



Fonte: Dados do próprio autor.

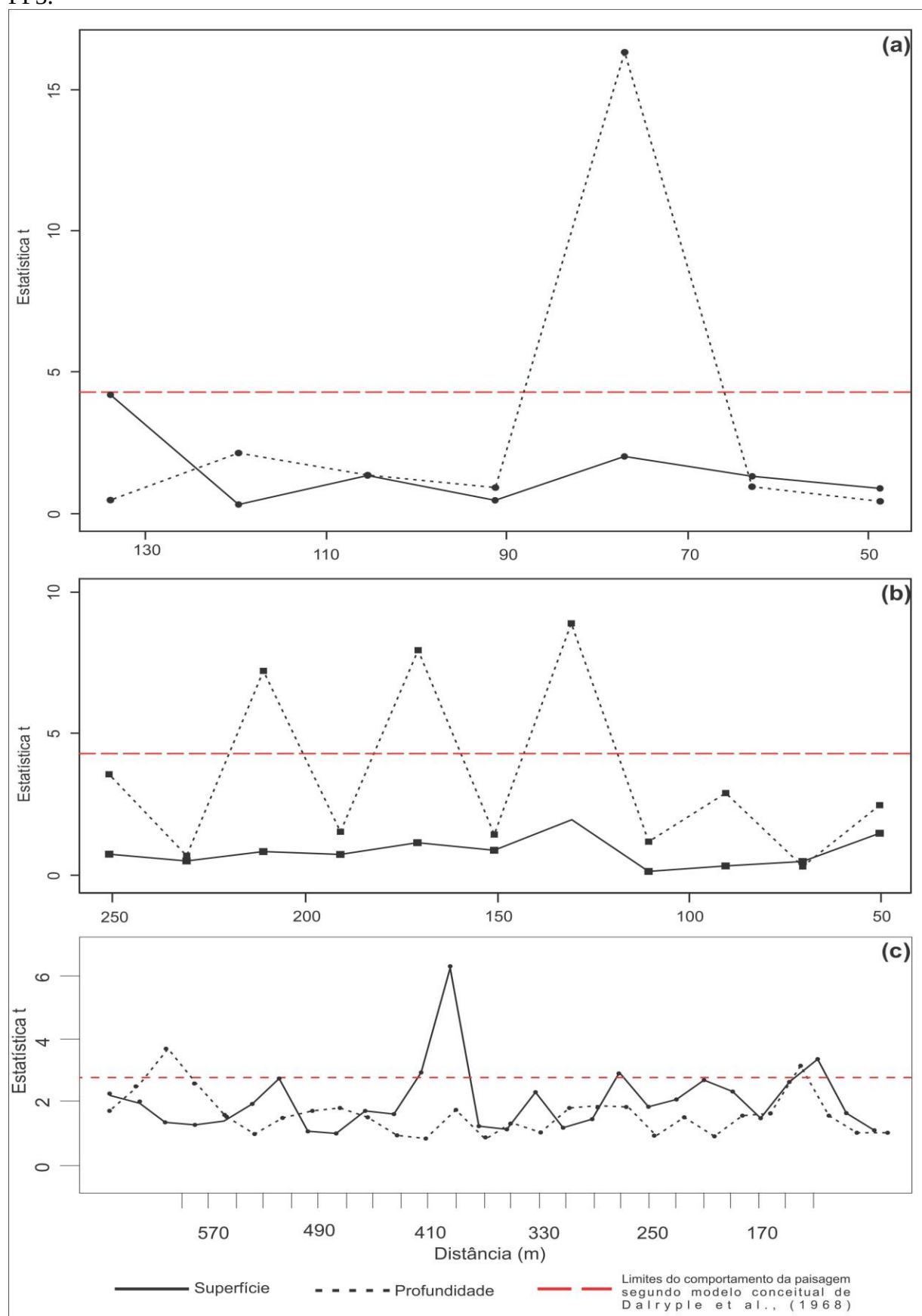
O comportamento tanto do pH em H<sub>2</sub>O (Figura 13) quanto do pH em KCl (Figura 14) não apresentaram variações com indicativos de influência do pedoambiente não permitindo inferências a este respeito.

**Figura 13-** Resultados da análise SMW, para conteúdo de pH em água para (a) PP1, (b) PP2 e (c) PP3.



Fonte: Dados do próprio autor.

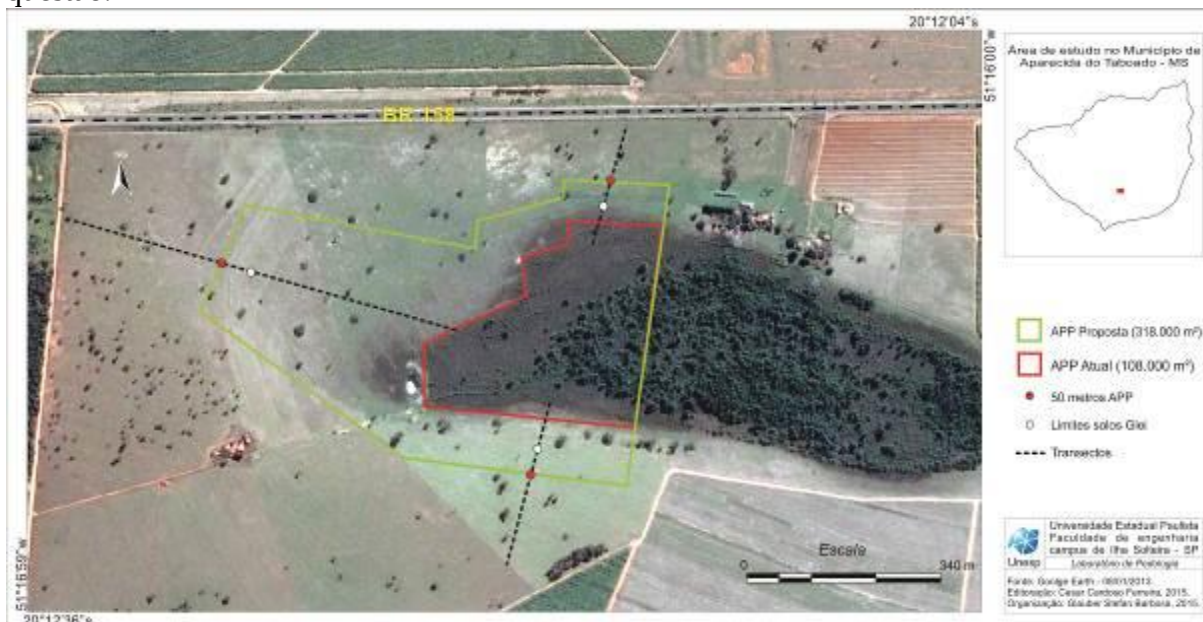
**Figura 14-** Resultados da análise SMW, para conteúdo de pH KCl para (a) PP1, (b) PP2 e (c) PP3.



Fonte: Dados do próprio autor.

A cor do solo, atributo de fácil observação, pode ser utilizada como referência para delimitar Veredas, as quais deveriam ter 50 m de APP em seu entorno, conforme definido pela Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002, e Lei nº 12.727, Art. 4º, 2012 do código florestal. Com base nos resultados obtidos verifica-se que o  $Fe_{(DCB)}$ ,  $Fe_{(OX)}$  e o COT corroboram o comportamento da cor do solo (Tabela 5, 6 e 7) como indicador de mudança do pedoambiente, entre oxidante e redutor, sugerindo necessidade de uma nova delimitação da Vereda, o que produzirá uma ampliação significativa (210.000 m<sup>2</sup>) da área de preservação da mesma, que espera-se seja suficiente para garantir o equilíbrio da dinâmica natural de seu ambiente (Figura 15).

**Figura 15-** Proposta de delimitação para áreas de preservação permanente da Vereda em questão.



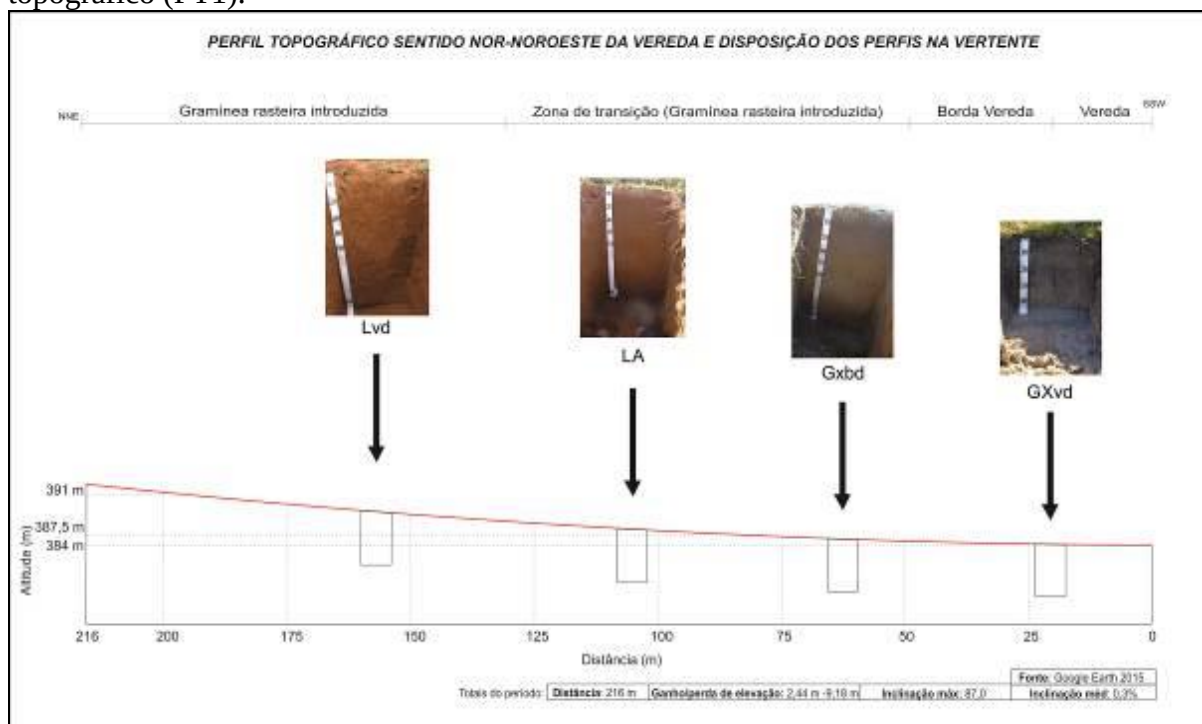
Fonte: Dados do próprio autor.

## 4.2 Características morfológicas dos perfis descritos ao longo do PP1

Os perfis de solos da topossequência foram classificados de acordo com o SiBCS (EMBRAPA, 2013), a partir da descrição morfológica e de resultados de análises laboratoriais (Tabelas 1, 2, 3 e 4) como: P08 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LV), P06 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico plintossólico (LA). P04 - GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico (GXbd), P01 - GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (GXvd), (Figura 17).

O Perfil localizado na posição mais elevada da paisagem foi classificado como Latossolo Vermelho (LV); à meia encosta, onde ainda predominam gramíneas introduzidas, encontra-se um Latossolo Amarelo (LA); e nas partes mais rebaixadas da vertente encontram-se solos com características de glei, com afloramento do freático (GXbd e GXvd), estes em ambiente hidromórfico (Figura 16).

**Figura 16-** Representação esquemática da distribuição dos perfis associados ao perfil topográfico (PT1).



Fonte: Dados do próprio autor.



**Figura 17-** Perfis de solo descritos ao longo do transecto 1 ou perfil topográfico 1 (PT1) de uma Vereda localizada no município de Aparecida do Taboado – MS.



GXvd=GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico; GXbd=GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico; LA=LATOSSOLO AMARELO Distrófico plintossólico; LV=LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.

**Tabela 1-** Atributos morfológicos dos perfis descritos.

| Hor                                                                                                                                                                                                                                                  | Prof    | Cor <sup>1</sup> | Textura <sup>2</sup> | Estrutura <sup>3</sup> | Consistência <sup>4</sup> |       |         | Porosidade <sup>5</sup> | Transição     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|-------|---------|-------------------------|---------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                      | cm      | (úmida)          |                      |                        | Seca                      | Úmida | Molhada |                         | Topog.        |
| P01 - GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (GXvd)                                                                                                                                                                                                  |         |                  |                      |                        |                           |       |         |                         |               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                    | 0-12    | GLEY 1 3/N       | A                    | Mo e F, M, BS          | -                         | MF    | P e Pe  | C, Me a G               | Plana/Abrupta |
| ACg                                                                                                                                                                                                                                                  | 12-24   | GLEY 1 4/N       | MA                   | Mo a F, M, BS          | -                         | LF    | P e MPe | C, Me a G               | Plana/Gradual |
| Cg                                                                                                                                                                                                                                                   | 24-40   | GLEY 1 5/N       | M                    | Mo a Fr, M, BA         | -                         | LF    | P e MPe | C, Me a G               | -             |
| MOSQUEADO: 3% associado a presença de raízes no A de cor 10YR 5/6, ACg 5% - 7%; no Cg ausência de mosqueado.                                                                                                                                         |         |                  |                      |                        |                           |       |         |                         |               |
| P04 - GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico (GXbd)                                                                                                                                                                                                     |         |                  |                      |                        |                           |       |         |                         |               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                    | 0-20    | 2.5Y 5/2         | A                    | F, M, G                | -                         | LF    | P e Pe  | P                       | Plana/Gradual |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                   | 20-32   | 2.5Y 6/2         | M                    | Fr, Gr, P e BS         | -                         | Fr    | P e Pe  | C e P                   | Plana/Abrupta |
| C1g                                                                                                                                                                                                                                                  | 32-55   | 2.5Y 7/2         | M                    | Fr, Gr, P, BS          | -                         | Fr    | P e Pe  | C, Me e P               | Plana/Gradual |
| C2g                                                                                                                                                                                                                                                  | 55-90   | 5YR 7/2          | M                    | Fr, BS, BA, M          | -                         | Fr    | P e Pe  | C, Me e P               | Plana/Gradual |
| C3g                                                                                                                                                                                                                                                  | 90-110  | 2.5Y 7/1         | M                    | Fr, BA, G              | -                         | Fr    | -       | M e Me                  | -             |
| MOSQUEADO: sem mosqueado no A; presença de mosqueados 3% no AC; mosqueado 15% de cor 2,5Y 6/8 C1g; 25% 5YR 6/8 no C2g; 40% 2,5Y 6/8 e 5YR 5/8 no C3g.                                                                                                |         |                  |                      |                        |                           |       |         |                         |               |
| P06 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico plintossólico (LA)                                                                                                                                                                                                |         |                  |                      |                        |                           |       |         |                         |               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                    | 0-29    | 7.5YR 3/3        | M                    | Fr, Gr, P, BS          | -                         | Fr    | P, Pe   | -                       | Plana/Abrupta |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                   | 29-42   | 7.5YR 4/3        | M                    | Fr, Gr, P, BS          | -                         | Fr    | P, Pe   | -                       | Plana/Gradual |
| B1                                                                                                                                                                                                                                                   | 42-65   | 7.5YR 5/6        | M                    | Fr, Gr, P, BS          | -                         | MF    | P e Pe  | -                       | Plana/Gradual |
| B2                                                                                                                                                                                                                                                   | 65-90   | 7.5YR 5/6        | M                    | Fr, Gr, MP, BS         | -                         | MF    | P, Pe   | M, G                    | Plana/Gradual |
| B3                                                                                                                                                                                                                                                   | 90-115  | 7.5YR            | M                    | Fr, MP, BS             | -                         | MF    | P, Pe   | M, G                    | Plana/Gradual |
| B4                                                                                                                                                                                                                                                   | 165-180 | GLEY 1 6/10Y     | M                    | BS                     | -                         | MF    | P, Pe   | -                       | Plana/Gradual |
| MOSQUEADO: sem mosqueado no A e AB; presença de 3% mosqueados brancos; mosqueado de cor 7.5YR 5/8e 10YR 6/2; mosqueado no B1; 15% de cor 10YR 5/3 no B2; 25% 10YR 6/3 no B3; mosqueado 2.5YR 6/8 e 7.5YR 7/8 variada e abundante mais que 30% no B4. |         |                  |                      |                        |                           |       |         |                         |               |
| PLINTITA: Plintita esparsa no horizonte B3 e 10% no B4                                                                                                                                                                                               |         |                  |                      |                        |                           |       |         |                         |               |
| P08 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LV)                                                                                                                                                                                                      |         |                  |                      |                        |                           |       |         |                         |               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                    | 0-26    | 2.5YR 4/4        | M                    | Fr, G, P               | -                         | MF    | P, Pe   | C, P                    | Plana/Gradual |
| B1                                                                                                                                                                                                                                                   | 26-52   | 2.5YR 4/6        | M                    | Fr, G, P, BS           | -                         | MF    | P, Pe   | C, P                    | Plana/Gradual |
| B2                                                                                                                                                                                                                                                   | 52-95   | 2.5YR 4/6        | M                    | Fr, BS, M              | -                         | MF    | P, Pe   | M, G                    | Plana/Gradual |
| B3                                                                                                                                                                                                                                                   | 95-130  | 2.5YR 4/6        | M                    | Fr, BS, M              | -                         | MF    | P, Pe   | M, G                    | Plana/Gradual |
| B4                                                                                                                                                                                                                                                   | 130-145 | 2.5YR 4/6        | M                    | Fr, BS, M              | -                         | MF    | P, Pe   | M, G                    | Plana/Gradual |

<sup>1</sup>Cor úmida: cinzento muito escuro (GLEY 1 3/N), cinzento-escuro (GLEY 1 4/N), cinzento (GLEY 1 5/N), bruno-acinzentado (2.5Y 5/2), cinzento-brunado-claro (2.5Y 6/2), cinzento-claro (2.5Y 7/2), cinzento-rosado (5YR 7/2), cinzento-claro (2.5Y 7/1), bruno-escuro (7.5YR 3/3), bruno (7.5YR 4/3), bruno-forte (7.5YR 5/6), bruno-forte (7.5YR 5/6), bruno-forte (7.5YR 5/6), cinzento-esverdeado (GLEY 1 6/10Y), bruno-avermelhado (2.5YR 4/4), vermelho (2.5YR 4/6), vermelho (2.5YR 4/6), vermelho (2.5YR 4/6), vermelho (2.5YR 4/6). Mosqueado: comuns pequenos distintos; <sup>2</sup>Textura: Muito Argilosa (MA), Argilosa (A); <sup>3</sup>Estrutura: Grau: Fracos (Fr), Moderados (Mo) e Fortes (F), Classe: Muito Pequenos (MP), Pequenos (P), Médios (M) e Grandes (G), Tipo: Maciça (Ma), Blocos Subangulares (BS), Blocos Angulares (BA), Granular (Gr); <sup>4</sup>Consistência: seca - Macia (M), Moderadamente dura (MdD), Ligeiramente dura (LD), Dura (D) e Muito dura (MD); úmida - Friável (Fr), Muito friável (MF) e Ligeiramente firme (LF); molhada - Plástica (P) e Muito plástica (MP), Pegajosa (Pe) e Muito pegajosa (MPe); <sup>5</sup>Porosidade: quantidade - Poucos (P), Comuns (C) e Muitos (M); Tamanho - Pequenos (P), Médios (Me) e Grandes (G); Hor=Horizontes; Prof=Profundidade; Topog=Topografia

O “GXvd” apresentou a sequência de horizontes A, ACg e Cg (Tabela 1) com cor úmida variando de cinzento muito escuro a cinzento, com mosqueados variando de 3 a 7% e na maior parte associados à presença de raízes, no horizonte mais profundo (Cg) predominou a cor cinzenta, os matizes acinzentados presentes indicam a ausência de ferro na forma oxidada, revelando a ocorrência demonstrando que houve uma saturação sazonal de no subsolo, favorecendo a ocorrência de processos hidromórficos (BREEMEN; BUURMAN, 2002; RESENDE et al., 2007).

O “GXbd” apresentou sequência de horizontes A, AC, C1g, C2g e C3g com cor úmida variando entre bruno-acinzentado, cinzento-brunado-claro, cinzento-claro e cinzento rosado, presença de mosqueados com 3 a 40% sugerindo maior oscilação entre seco e saturado neste

perfil, em relação ao GXvd, o que se explica por este perfil estar localizado em um ponto ligeiramente mais elevado do relevo.

A ocorrência dos mosqueados nos horizontes C1g, C2g e C3g, indica oscilação do lençol freático na Vereda, provocando redução, migração, reoxidação e acumulação de Fe nos poros de raízes e/ou em poros sem conexão com a superfície (BREEMEN; BUURMAN, 2002).

Os mosqueados estão ligados ao regime hídrico do solo e sua gênese está relacionada com períodos alternados de saturação e percolação do lençol freático, promovendo a formação de goethita e hematita pela oxidação dos compostos de ferro (THOMAS, 1994). As cores acinzentadas e os mosqueados nos horizontes do GXbd são marcas do predomínio de um regime hídrico áquico, com saturação total de seus poros por água, durante parte do ano.

O “LA” apresentou cores úmidas bruno-acinzentado, bruno, bruno-forte e cinzento-esverdeado. No horizonte mais profundo (Tabela 1) a textura é média com estrutura em blocos subangulares, apresentaram mosqueados esparsos no horizonte B, chegando a 30% em profundidade o que contribuiu para caracterizar o horizonte como plintossólico.

O “LV” apresentou cores bruno-avermelhadas e vermelhas, a estrutura granular prevalece no perfil, ocorrendo também blocos subangulares fracos. Este perfil ocorre em ambiente bem drenado evidenciado pelos matizes avermelhados presentes ao longo de todo perfil, bem como pela ausência de mosqueados.

Ao longo da vertente percebe-se que os matizes do solo variaram de acinzentados, amarelados a avermelhados indo do sopé ao topo. Nas partes mais baixas, no sopé podendo perceber que os solos são influenciados pela presença do lençol freático.

A formação e variação das cores do solo ao longo da vertente estão estritamente relacionadas às condições de aeração e drenagem à qual estiveram sujeitos em sua gênese; indicando solos vermelhos (hematita e goethita) em ambientes bem drenados; solos amarelos em encostas suavemente inclinadas com drenagem moderada e aos solos acinzentados e mosqueados na parte mais rebaixada da vertente, caracterizada como mal drenada ou hidromórfica, estudos como os de Peterschmitt et al. (1996) e Bispo (2010), corroboram os resultados encontrados.

### 4.3 Atributos físicos dos solos dos perfis

Os atributos físicos dos perfis estudados encontram-se na (Tabela 2). A composição granulométrica mostrou predominância da fração areia com conteúdo variando de 742 a 579 g kg<sup>-1</sup>, com perfis LV e LA apresentando textura franco-argilo-arenosa e argilo-arenosa, respectivamente. Os perfis GXvd e GXbd apresentaram textura franco-argilo-arenosa, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

Em ambientes de Vereda, no vale do Jequitinhonha, Bispo et al., (2011), descreve a textura dos solos como média e muito argilosa, indicando semelhança e ao mesmo tempo casualidade, pois a textura depende de outros fatores como o tipo de uso do solo o qual tem efeito significativo sobre a massa microbiana do mesmo, não baseando necessariamente aos ambientais e material de origem (ZHAO et al., 2012).

**Tabela 2-** Granulometria e classe textural dos perfis de solo descritos ao longo da topossequência da Vereda

| Granulometria da terra fina                                 |          |                               |                       |                    |                      |
|-------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| Hor                                                         | Prof     | Areia (2-0,05 mm)             | Silte (0,05-0,002 mm) | Argila (<0,002 mm) | Classe textural      |
|                                                             | ---cm--- | -----g kg <sup>-1</sup> ----- |                       |                    |                      |
| Perfil 01 - GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (GXvd)   |          |                               |                       |                    |                      |
| A                                                           | 0-12     | 645,0                         | 91,0                  | 264,0              | Franco-argiloarenosa |
| ACg                                                         | 12-24    | 619,0                         | 93,0                  | 288,0              | Franco-argiloarenosa |
| Cg                                                          | 24-40    | 674,0                         | 75,0                  | 252,0              | Franco-argiloarenosa |
| Perfil 04 - GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico (GXbd)      |          |                               |                       |                    |                      |
| A                                                           | 0-20     | 742,0                         | 49,0                  | 209,0              | Franco-arenosa       |
| AC                                                          | 20-32    | 675,0                         | 65,0                  | 259,0              | Franco-argiloarenosa |
| C1g                                                         | 32-55    | 653,0                         | 72,0                  | 275,0              | Franco-argiloarenosa |
| C2g                                                         | 55-90    | 609,0                         | 77,0                  | 313,0              | Franco-argiloarenosa |
| C3g                                                         | 90-110   | 612,0                         | 75,0                  | 313,0              | Franco-argiloarenosa |
| Perfil 06 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico plintossólico (LA) |          |                               |                       |                    |                      |
| A                                                           | 0-29     | 715,0                         | 60,0                  | 225,0              | Franco-argiloarenosa |
| AB                                                          | 29-42    | 683,0                         | 58,0                  | 258,0              | Franco-argiloarenosa |
| B1                                                          | 42-65    | 638,0                         | 64,0                  | 298,0              | Franco-argiloarenosa |
| B2                                                          | 65-90    | 585,0                         | 77,0                  | 338,0              | Franco-argiloarenosa |
| B3                                                          | 90-115   | 589,0                         | 79,0                  | 331,0              | Franco-argiloarenosa |
| B3*                                                         | 165-180  | 596,0                         | 75,0                  | 329,0              | Franco-argiloarenosa |
| Perfil 08 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LV)       |          |                               |                       |                    |                      |
| A                                                           | 0-26     | 687,0                         | 59,0                  | 254,0              | Franco-argiloarenosa |
| B1                                                          | 26-52    | 624,0                         | 65,0                  | 312,0              | Franco-argiloarenosa |
| B2                                                          | 52-95    | 579,0                         | 73,0                  | 348,0              | Argilo-arenosa       |
| B3                                                          | 95-130   | 601,0                         | 64,0                  | 335,0              | Franco-argiloarenosa |
| B4                                                          | 130-145  | 606,0                         | 67,0                  | 327,0              | Franco-argiloarenosa |

Hor = horizonte; Prof = Profundidade

Os solos dos perfis da vereda em questão apresentaram baixos teores de COT em seus horizontes superficiais (15 a 16 g kg<sup>-1</sup>), exceto no horizonte A do perfil GXvd, onde os teores são medianos (30 g kg<sup>-1</sup>), valores semelhantes (32 g kg<sup>-1</sup>) foram observados por Bispo (2010) em Gleissolo Háplico Tb distrófico argissólico de vereda (Tabela 3). A taxa de decomposição da matéria orgânica é um processo influenciado pela oscilação do lençol freático e interfere nos processos de ferrólise e na lixiviação do solo, onde as condições de drenagem propiciam

maiores acúmulos de matéria orgânica, a anaerobiose minimiza a ação dos microrganismos decompositores predominantemente aeróbicos (BERG et al., 1978; BREEMEN e BUURMAN, 2002; SOUSA, 2009).

**Tabela 3-** Atributos químicos dos solos descritos no transecto 1 da Vereda.

| <i>Hor</i>                                                                                                                                                                                                             | <i>Prof</i> | <i>MO</i>                | <i>P</i>                 | <i>pH</i>                         | <i>K</i> | <i>Ca</i> | <i>Mg</i> | <i>H+Al</i>                             | <i>Al</i> | <i>SB</i> | <i>t</i> | <i>V</i> | <i>m</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                        | --cm--      | <i>g kg<sup>-1</sup></i> | <i>mgdm<sup>-3</sup></i> | ---- <i>gdm<sup>-3</sup></i> ---- |          |           |           | ----- <i>mmol.dm<sup>-3</sup></i> ----- |           |           |          | ----%--- |          |
| <i>Perfil 01 - GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (GXvd)</i>                                                                                                                                                       |             |                          |                          |                                   |          |           |           |                                         |           |           |          |          |          |
| A                                                                                                                                                                                                                      | 0-12        | 30                       | 9                        | 3,9                               | 0,7      | 8,0       | 4,0       | 80,0                                    | 14,0      | 12,7      | 92,7     | 14,0     | 52,0     |
| Cg                                                                                                                                                                                                                     | 24-40       | 19                       | 3                        | 3,7                               | 0,2      | 2,0       | 1,0       | 80,0                                    | 19,0      | 0,2       | 83,2     | 4,0      | 86,0     |
| <i>Perfil 04 - GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico (GXbd)</i>                                                                                                                                                          |             |                          |                          |                                   |          |           |           |                                         |           |           |          |          |          |
| A                                                                                                                                                                                                                      | 0-20        | 15                       | 5                        | 5,5                               | 0,2      | 17,0      | 10,0      | 18,0                                    | 1,0       | 27,2      | 45,2     | 60,0     | 4,0      |
| Cg                                                                                                                                                                                                                     | 90-100      | 9                        | 4                        | 4,1                               | 0,1      | 1,0       | 1,0       | 25,0                                    | 8,0       | 2,1       | 27,1     | 8,0      | 79,0     |
| <i>Perfil 06 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico plintossólico (LA)</i>                                                                                                                                                     |             |                          |                          |                                   |          |           |           |                                         |           |           |          |          |          |
| A                                                                                                                                                                                                                      | 0-29        | 15                       | 2                        | 4,9                               | 0,3      | 11,0      | 9,0       | 22,0                                    | 2,0       | 20,3      | 42,3     | 48,0     | 9,0      |
| B3                                                                                                                                                                                                                     | 165-180     | 11                       | 2                        | 4,1                               | 0,1      | 1,0       | 1,0       | 28,0                                    | 8,0       | 2,1       | 30,1     | 7,0      | 79,0     |
| <i>Perfil 08 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LV)</i>                                                                                                                                                           |             |                          |                          |                                   |          |           |           |                                         |           |           |          |          |          |
| A                                                                                                                                                                                                                      | 0-26        | 16                       | 2                        | 4,5                               | 0,4      | 7,0       | 7,0       | 31,0                                    | 3,0       | 14,4      | 45,4     | 32,0     | 17,0     |
| B4                                                                                                                                                                                                                     | 130-145     | 11                       | 1                        | 4,2                               | 0,1      | 1,0       | 1,0       | 28,0                                    | 5,0       | 2,1       | 30,1     | 7,0      | 70,0     |
| Hor=horizonte; Prof=Profundidade; MO=matéria orgânica; P=Fósforo-resina; pH=pH; K=potássio; Ca=cálcio; Mg=magnésio; H+Al=acidez potencial; Al=alumínio; t=CTC efetiva; V=saturação por bases; m=saturação de alumínio. |             |                          |                          |                                   |          |           |           |                                         |           |           |          |          |          |

Hor=horizonte; Prof=Profundidade; MO=matéria orgânica; P=Fósforo-resina; pH=pH; K=potássio; Ca=cálcio; Mg=magnésio; H+Al=acidez potencial; Al=alumínio; t=CTC efetiva; V=saturação por bases; m=saturação de alumínio.

Os perfis apresentaram valores de pH em água variando de 3,7 a 5,5 (Tabela 3) mostrando solos ácidos. Em todos os perfis percebeu-se uma redução de pH em profundidade paralelamente ao aumento dos teores de  $Al^{3+}$ , o aumento da acidez em profundidade pode ser observado frequentemente em solos afetados por condições de alagamento, devido ao processo de ferrólise, como relatado por Anjos et al. (2007) e Bispo (2010).

Os menores valores de P ocorreram nos horizontes subsuperficiais tanto do LA como do LV (Tabela 3), comportamento que pode estar relacionado a adsorção do P à superfície dos óxidos de ferro do solo. De acordo com Vahl (1999), o P é adsorvido pelos óxidos de ferro, alterando a liberação desse nutriente para a solução do solo, em condições onde ocorre a redução do ferro, com consequente dissolução dos óxidos pode ocorrer liberação do P. Nos latossolos é comum a presença de óxidos e a elevada adsorção de P (LEAL, 1971; NOVAIS et al., 1991).

Os teores de Ca na solução do solo foram mais elevados em superfície (Tabela 3), onde os cátions básicos (Ca, Mg e K) são afetados pelos processos de redução do ferro no solo pois são deslocados dos sítios de trocas pelas formas reduzidas de ferro e manganês (VAHL, 1991).

Os teores de K, na topossequência, foram baixos nos perfis GXbd e LA (0,2 a 0,3  $mmol_c dm^{-3}$ ) em superfície, comportamento relacionado à dinâmica da matéria orgânica, minimizada devido ao ambiente bastante úmido observado nas duas situações (BREEMEN ; BUURMAN, 2002). Nos perfis GXvd e LV o K varia de 0,4 a 0,7  $mmol_c dm^{-3}$ , teores um pouco

mais elevados que podem ser associados ao manejo da adubação na pastagem, onde a lixiviação vertente abaixo, interfere na dinâmica do nutriente (Tabela 3).

Os valores de  $t$  (CTC) e  $V$  (saturação por bases) decrescem em profundidade, juntamente com os teores de MO, todos os horizontes subsuperficiais apresentam baixa saturação por bases ( $V < 50\%$ ), explicitando o caráter distrófico dos solos (EMBRAPA 2013), exceto para o GXbd, com Horizonte A eutrófico, a posição na paisagem pode contribuir para aporte de elementos químicos oriundos dos insumos adicionados à pastagem em posição mais elevada na paisagem, porém não suficiente para melhorar a saturação no GXvd, onde a água do lençol freático, com movimento à superfície, pode estar reduzindo os níveis destes em solução. Com comportamento oposto, a saturação por alumínio (m%) varia de 4 a 86%, superando os 50 % em todos os horizontes subsuperficiais, mostrando a importância da matéria orgânica para este sistema.

O ataque sulfúrico mostrou baixos conteúdos de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nos solos, com teores totais variando de 1,1 a 3,8 g  $\text{kg}^{-1}$ , mostrando que 3,8 g  $\text{kg}^{-1}$  de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  são suficientes para que o solo apresente coloração vermelha, caso do LV (Tabela 4). Os teores totais de Si variaram de 11 a 23,8 g  $\text{kg}^{-1}$  sendo mais baixo no horizonte superficial do LV (Tabela 4). Os teores totais de óxidos de Al variaram de 16,9 a 25,6 g  $\text{kg}^{-1}$  e tem uma ordem crescente vertente acima (Tabela 4), corroborando com os dados da extração de  $\text{Fe}_{(\text{DCB})}$  e  $\text{Fe}_{(\text{OX})}$  de todos os perfis pedomorfológicos (Tabela 5) o que indica mudança de ambiente redutor para ambiente oxidante, como descrito por Bispo (2010) para uma topossequência de vereda.

A redução dos teores totais de Fe ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), nas partes mais deprimidas da vertente, está relacionada à má drenagem pretérita ou atual (BREEMEN; BUURMAN, 2002; FERREIRA, 2008). Em profundidade encontram-se maiores valores de Si e Al carregados pela lixiviação para camadas inferiores.

Portanto a medida que as condições de drenagem não são favoráveis os teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  diminuem devido aos processos de redução em ambientes hidromórficos observadas claramente nos perfis GXvd e GXbd (BREEMEN; BUURMAN, 2002). Para o perfil LA encontra-se ainda baixos teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  indicando condições redutoras no passado as quais proporcionam a remoção destes compostos ou grande concentração na forma de mosqueados (Figura 17) com mais de 30%, de cores 2.5YR 6/8 e 7.5YR 7/8 no horizonte B4 (Tabela1).

**Tabela 4-** Teores de óxidos totais provenientes do ataque sulfúrico, dos solos da Toposequência.

| Horizontes | Profundidades<br>-----cm-----                               | Ataque sulfúrico<br>-----g kg <sup>-1</sup> ----- |                                |                                | Ki  |
|------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|
|            |                                                             | SiO <sub>2</sub>                                  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |     |
|            | Perfil 01 - GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (GXvd)   |                                                   |                                |                                |     |
| A          | 0-12                                                        | 21,0                                              | 19,1                           | 1,1                            | 1,9 |
| Cg         | 24-40                                                       | 23,8                                              | 21,7                           | 1,1                            | 1,9 |
|            | Perfil 04 - GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico (GXbd)      |                                                   |                                |                                |     |
| A          | 0-20                                                        | 17,1                                              | 16,9                           | 1,5                            | 1,7 |
| Cg         | 90-100                                                      | 23,2                                              | 24,1                           | 1,7                            | 1,6 |
|            | Perfil 06 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico plintossólico (LA) |                                                   |                                |                                |     |
| A          | 0-29                                                        | 13,2                                              | 17,3                           | 2,4                            | 1,3 |
| B3         | 165-180                                                     | 20,8                                              | 22,6                           | 2,9                            | 1,6 |
|            | Perfil 08 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LV)       |                                                   |                                |                                |     |
| A          | 0-26                                                        | 11,4                                              | 17,5                           | 3,2                            | 1,1 |
| B3         | 130-145                                                     | 21,5                                              | 25,6                           | 3,8                            | 1,4 |

SiO<sub>2</sub>=Silício; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=Alumínio; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=Ferro; Ki=1,7SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

#### 4.4 Atributos Mineralógicos dos solos dos perfis da Vereda

Nos difratogramas de raios-X (DRX), obtidos (Figura 18) a assembléia mineralógica da fração argila dos solos analisados é constituída por caulinita (Ca), vermiculita (Vm), com picos de difração de baixa intensidade relativa ao espaçamento basal dos mesmos; óxidos de titânio, representados pelo Anatásio (An), comum em regiões de domínio de latossolos (CURI; FRANZMEIER, 1984; RESENDE et al., 2005; SCHAEFER et al., 2008), gibbsita (Gb) e hematita (Hm), (Figura 18) encontrados nos perfis (LV).

A caulinita foi identificada nos picos de difração referentes à posição [2Th] em 12,2763 e 24,8121 nm para todos os perfis. A presença dos picos da difração de posição 6,0801 nm possibilitou a identificação da vermiculita (Figura 18), os picos de difração da gibbsita foram identificados nas posições 18,5717 e 26,6670 (Figura 18), e o pico mais expressivo para o anatásio, ocorrido no LV encontra-se em 25,2863 nm.

Os resultados das análises mineralógicas mostraram-se condizentes com as análises químicas. No perfil GXvd, solo hidromórfico, constituído em ambiente favorável a formação de minerais 2:1, encontrou-se caulinita, vermiculita, gibbsita e anatásio. De acordo com Moniz e Boul (1982), a ocorrência de vermiculita em solos alagados está relacionada com a estagnação da água, reduzindo o processo de intemperismo e de remoção de sílica e bases do perfil.

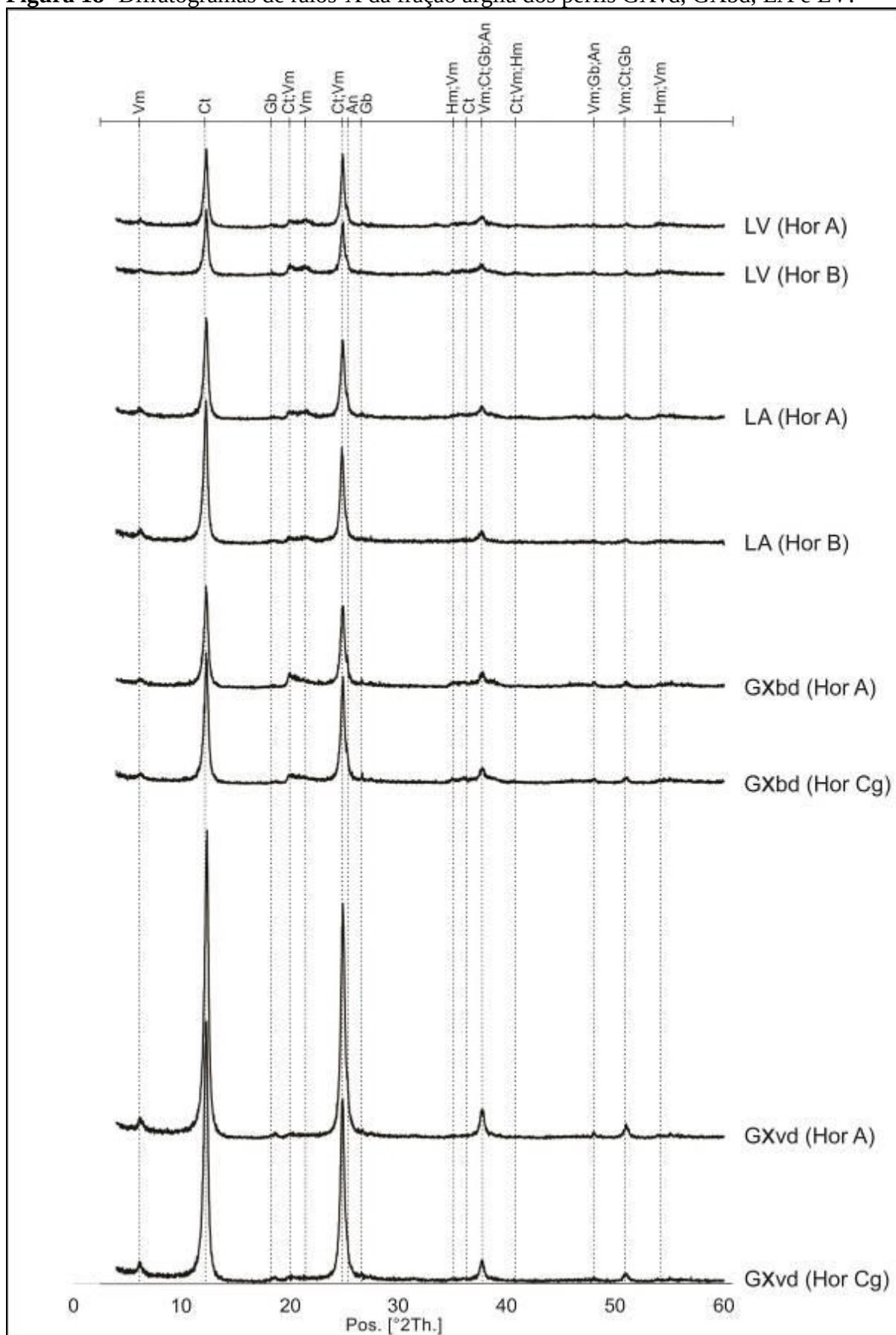
O LA apresentou caulinita, argilo mineral típico de ambiente de intemperismo acentuado, local de excelente drenagem. No LV observa-se a ocorrência de mineral 2:1, do tipo vermiculita, identificados pela difração em 6,2366 nm, de caulinita com difração em 12,2880, gibbsita em 18,3231, anatásio em 25,2863 e picos de hematita em 33,3594 e 54,0798 nm.

Vários autores relatam a presença desses minerais em solos com avançado grau de intemperismo, e que ocupam as partes mais altas da topossequência como ocorre nos perfis LA e LV corroborando com estudos de Kämpf e Schwertmann (1983); Curi e Franzmeier (1984) de Ferreira (1994) em latossolos do Triângulo Mineiro e Bispo (2011), no vale do Jequitinhonha de.

A presença de vermiculita em latossolos tem sido reportada, porém a de ocorrência mais comum é aquele que apresenta hidróxido de alumínio entre camadas indicando solos menos evoluídos, portanto com a presença de gibbsita sugere um intenso processo de dessilicificação sobre o tufito. Portanto, esse fato deve-se possivelmente à ocorrência de transformação direta dos minerais primários de fácil intemperização para gibbsita, em solos pouco desenvolvidos sobre rochas alcalinas (IBRAIMO, 2000; ROLIM NETO, 2009).



**Figura 18-** Difratoformas de raios-X da fração argila dos perfis GXvd, GXbd, LA e LV.



Vm=Vermiculita; Ct=Caulinita; Gb=Gibbsita; An=Anatásio; Hm=Hematita

## 5. CONCLUSÃO

As cores GLEY 1 combinadas com valor 5 a 8 e cromas N e os matizes 10Y, 5Y com valor e croma variando entre 5/1, 6/1, 7/1 e 7/2 podem ser indicadas para delimitação do pedoambiente hidromórfico, além de cores com de matiz cinzenta e croma igual a 1. A cor do solo pode ser considerada uma ferramenta útil para delimitação do pedoambiente e adequações nos limites de áreas de APP

Na área em estudo, 330 ppm de  $Fe_{(DCB)}$  pode ser indicado como delimitador do pedoambiente, uma vez que este foi o valor mais elevado encontrado sob condições alagadiças.

A técnica estatística “Split Moving Windows” mostrou-se uma ferramenta útil para corroborar na identificação dos pontos de mudança pedoambiental, com base nos conteúdos de  $Fe_{(DCB)}$ , corroborando às observações de campo.

A delimitação atual da área de preservação permanente no entorno da Vereda está inadequada, e precisa ser redefinida, o que significa ampliação de 210.000 m<sup>2</sup> de APP.

**Tabela 5-** Pontos amostrais (PA), respectivas profundidades (Prof), distância do ponto inicial da topossequência (Dist), cores da tabela Munsell (Cor), cor traduzida pelo manual técnico de pedologia - Cor (IBGE, 2015), cor traduzida pelo manual técnico de pedologia - Cor (IBGE, 2015), cores de referência obtidas pelo RGB (Cor RGB) e teores de  $Fe_{(DCB)}$ ;  $Fe_{(OX)}$ ; carbono orgânico total (COT) e pH em H<sub>2</sub>O e KCl, para PP1.

| PA                                                                | Prof | Dist | Cor         | Cor                      | Cor                                                                                 | $Fe_{(DCB)}$ | $Fe_{(OX)}$ | $\frac{Fe_{(DCB)}}{Fe_{(OX)}}$ | COT                 | pH                   |
|-------------------------------------------------------------------|------|------|-------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|
|                                                                   |      | m    | (Munsell)   | (IBGE, 2015)             | RGB                                                                                 | ppm          | ppm         |                                | mg kg <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O KCl |
| <b>Perfil pedomorfológico nor-noroeste (PP1), pontos 01 a 11.</b> |      |      |             |                          |                                                                                     |              |             |                                |                     |                      |
| P01                                                               |      | 0    | GLEY 1 3/N  | Cinzeno muito escuro     |  | 18,0         | 21,8        | 0,8                            | 50,7                | 6,4 4,8              |
| P02                                                               |      | 20   | 5Y 4/1      | Cinzeno-escuro           |  | 10,0         | 21,6        | 0,5                            | 23,1                | 5,9 4,8              |
| P03                                                               |      | 40   | 7,5Y 4/1    | Cinzeno-escuro           |  | 75,0         | 20,4        | 3,7                            | 26,1                | 6,8 5,9              |
| P04                                                               |      | 60   | 5Y 4/1      | Cinzeno-escuro           |  | 150,0        | 16,6        | 9,0                            | 18,7                | 6,9 6,6              |
| P05                                                               |      | 80   | 7,5YR 4/1   | Cinzeno-escuro           |  | 330,0        | 15,6        | 21,2                           | 26,8                | 5,9 4,8              |
| P06                                                               | Sup. | 100  | 7,5YR 3/4   | Bruno-escuro             |  | 500,0        | 15,4        | 32,5                           | 23,8                | 6,8 5,9              |
| P07                                                               |      | 120  | 2,5YR 2,5/4 | Bruno-escuro             |  | 725,0        | 21,8        | 33,3                           | 26,1                | 5,4 4,3              |
| P08                                                               |      | 140  | 2,5YR 2,5/3 | Bruno-avermelhado-escuro |  | 917,5        | 16,2        | 56,6                           | 29,4                | 5,1 4,0              |
| P09                                                               |      | 160  | 2,5YR 3/4   | Bruno-avermelhado-escuro |  | 975,0        | 39,6        | 24,6                           | 28,0                | 5,1 4,0              |
| P10                                                               |      | 180  | 5YR 3/4     | Bruno-avermelhado-escuro |  | 946,0        | 39,1        | 24,2                           | 28,7                | 5,2 4,1              |
| P11                                                               |      | 200  | 5YR 3/4     | Bruno-avermelhado-escuro |  | 946,2        | 39,5        | 24,0                           | 29,1                | 5,1 4,0              |
| P01                                                               |      | 0    | GLEY 1 7/N  | Cinzeno-claro            |  | 15,0         | 13,2        | 1,1                            | 14,6                | 5,4 4,4              |
| P02                                                               |      | 20   | GLEY 7/N    | Cinzeno-claro            |  | 50,0         | 12,2        | 4,1                            | 14,0                | 5,6 4,5              |
| P03                                                               |      | 40   | 5Y 7/1      | Cinzeno-claro            |  | 42,5         | 11,8        | 3,6                            | 16,6                | 5,5 4,5              |
| P04                                                               |      | 60   | 2,5Y 6/1    | Cinzeno                  |  | 250,0        | 10,4        | 24,0                           | 15,3                | 5,4 4,4              |
| P05                                                               |      | 80   | 10YR 5/4    | Bruno-amarelado          |  | 360,0        | 5,8         | 62,1                           | 18,0                | 5,4 4,4              |
| P06                                                               | Sub. | 100  | 7,5YR 4/6   | Bruno-forte              |  | 600,0        | 3,6         | 166,7                          | 20,5                | 5,4 4,4              |
| P07                                                               |      | 120  | 7,5YR 3/4   | Bruno-escuro             |  | 875,0        | 4,0         | 218,8                          | 23,3                | 5,2 4,1              |
| P08                                                               |      | 140  | 2,5YR 2,5/4 | Bruno-avermelhado-escuro |  | 1190,0       | 0,6         | 1983,3                         | 25,7                | 5,4 4,1              |
| P09                                                               |      | 160  | 2,5YR 3/4   | Bruno-avermelhado-escuro |  | 1175,0       | 0,2         | 5875,0                         | 21,6                | 5,2 4,1              |
| P10                                                               |      | 180  | 5YR 4/6     | Bruno-amarelado          |  | 1183,0       | 0,4         | 2957,5                         | 23,5                | 5,2 4,1              |
| P11                                                               |      | 200  | 2,5YR 3/6   | Vermelho-escuro          |  | 1184,0       | 0,2         | 5920,0                         | 23,8                | 5,3 4,2              |

PA=ponto amostral (tradagem);  $Fe_{(DCB)}$ =Ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato;  $Fe_{(OX)}$ =ferro extraído com oxalato; COT=carbono orgânico total; Prof= Profundidade; Sup.= superficial 0,00 a 0,20 m; Sub.=Subsuperficial 0,80 a 1,00 m.

**Tabela 6-** Pontos amostrais (PA), respectivas profundidades (Prof), distância do ponto inicial da topossequência (Dist), cores da tabela Munsell (Cor), cor traduzida pelo manual técnico de pedologia - Cor (IBGE, 2015), cores de referência obtidas pelo RGB (Cor RGB) e teores de  $Fe_{(DBC)}$ ;  $Fe_{(OX)}$ ; carbono orgânico total (COT) e pH em  $H_2O$  e KCl, para PP2.

| PA                                                                       | Prof | Dist | Cor         | Cor                      | Cor                                                                                 | $Fe_{(DBC)}$ | $Fe_{(OX)}$ | $Fe_{(DBC)}/Fe_{(OX)}$ | COT                 | pH               |     |
|--------------------------------------------------------------------------|------|------|-------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|------------------------|---------------------|------------------|-----|
|                                                                          |      | m    | (Munsell)   | (IBGE, 2015)             | RGB                                                                                 | ppm          | ppm         |                        | mg kg <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O | KCl |
| <i>Perfil pedomorfológico sentido su-sudoeste (PP2), pontos 12 a 26.</i> |      |      |             |                          |                                                                                     |              |             |                        |                     |                  |     |
| P12                                                                      |      | 0    | 5Y 2.5/1    | Preto                    |    | 45,0         | 24,2        | 1,9                    | 294,8               | 4,5              | 3,6 |
| P13                                                                      |      | 20   | 5Y 2.5/1    | Cinzeno-muito-escuro     |    | 27,0         | 50,2        | 0,5                    | 42,3                | 4,5              | 3,9 |
| P14                                                                      |      | 40   | 5Y 3/1      | Cinzeno-escuro           |    | 17,5         | 21,4        | 0,8                    | 20,9                | 4,5              | 4,0 |
| P15                                                                      |      | 60   | 2.5Y 6/3    | Bruno-amarelado-claro    |    | 79,8         | 7,2         | 11,1                   | 13,9                | 5,0              | 4,2 |
| P16                                                                      |      | 80   | 7.5YR 4/1   | Cinzeno-escuro           |    | 82,2         | 12,8        | 6,4                    | 26,4                | 4,7              | 4,0 |
| P17                                                                      |      | 100  | 2.5Y 4/3    | Bruno-oliváceo           |    | 154,8        | 13,0        | 11,9                   | 26,1                | 4,8              | 4,1 |
| P18                                                                      |      | 120  | 7.5YR 4/2   | Bruno                    |    | 250,0        | 13,2        | 18,9                   | 26,1                | 4,9              | 4,1 |
| P19                                                                      | Sup. | 140  | 7.5YR 4/2   | Bruno                    |    | 325,0        | 12,6        | 25,8                   | 23,5                | 4,7              | 4,1 |
| P20                                                                      |      | 160  | 7.5YR 4/3   | Bruno                    |    | 450,0        | 15,8        | 28,5                   | 27,9                | 4,8              | 4,0 |
| P21                                                                      |      | 180  | 7.5YR 3/4   | Bruno-escuro             |    | 550,0        | 16,0        | 34,4                   | 28,0                | 5,2              | 4,4 |
| P22                                                                      |      | 200  | 5YR 3/4     | Bruno-avermelhado-escuro |    | 575,0        | 20,6        | 27,9                   | 16,6                | 4,8              | 4,1 |
| P23                                                                      |      | 220  | 5YR 3/3     | Bruno-avermelhado-escuro |    | 625,0        | 18,2        | 34,3                   | 20,4                | 4,8              | 4,1 |
| P24                                                                      |      | 240  | 5YR 3/2     | Bruno-escuro             |    | 725,0        | 24,2        | 30,0                   | 22,2                | 4,8              | 4,1 |
| P25                                                                      |      | 260  | 2.5YR 3/2   | Bruno-avermelhado-escuro |    | 700,0        | 26,2        | 26,7                   | 19,7                | 4,9              | 4,1 |
| P26                                                                      |      | 280  | 2.5YR 2.5/3 | Vermelho-amarelado       |    | 700,0        | 30,8        | 22,7                   | 21,8                | 5,0              | 4,1 |
| P12                                                                      |      | 0    | 5Y2,5/1     | Bruno-avermelhado        |    | 50,0         | 4,2         | 11,9                   | 14,4                | 5,0              | 4,0 |
| P13                                                                      |      | 20   | 5Y3/1       | Cinzeno muito escuro     |    | 47,4         | 4,6         | 10,3                   | 14,2                | 5,0              | 3,9 |
| P14                                                                      |      | 40   | 7,5YR4/1    | Cinzeno-escuro           |    | 25,0         | 1,6         | 15,6                   | 11,8                | 5,0              | 4,0 |
| P15                                                                      |      | 60   | 5Y 7/2      | Cinzeno-claro            |   | 184,8        | 3,2         | 57,8                   | 13,6                | 4,4              | 4,2 |
| P16                                                                      |      | 80   | 7.5YR 5/2   | Bruno                    |  | 84,0         | 6,2         | 13,5                   | 21,3                | 4,7              | 4,3 |
| P17                                                                      |      | 100  | 2.5Y 6/3    | Bruno-amarelado-claro    |  | 186,0        | 5,8         | 32,1                   | 19,9                | 4,8              | 4,2 |
| P18                                                                      |      | 120  | 7.5YR 5/3   | Bruno                    |  | 240,0        | 7,4         | 32,4                   | 20,8                | 4,6              | 4,5 |
| P19                                                                      | Sub. | 140  | 7.5YR 4/4   | Bruno                    |  | 475,0        | 8,8         | 54,0                   | 21,2                | 4,7              | 4,1 |
| P20                                                                      |      | 160  | 7.5YR 5/4   | Bruno                    |  | 575,0        | 9,6         | 59,9                   | 22,1                | 4,5              | 4,6 |
| P21                                                                      |      | 180  | 5YR 4/6     | Vermelho-amarelado       |  | 625,0        | 10,0        | 62,5                   | 21,1                | 4,6              | 4,1 |
| P22                                                                      |      | 200  | 5YR 4/6     | Vermelho-amarelado       |  | 800,0        | 11,0        | 72,7                   | 21,5                | 4,7              | 3,9 |
| P23                                                                      |      | 220  | 5YR 4/6     | Vermelho-amarelado       |  | 800,0        | 13,8        | 58,0                   | 19,9                | 4,8              | 4,0 |
| P24                                                                      |      | 240  | 7,5YR 3/4   | Bruno-escuro             |  | 900,0        | 14,8        | 60,8                   | 23,4                | 4,9              | 4,1 |
| P25                                                                      |      | 260  | 5YR 3/4     | Bruno-avermelhado-escuro |  | 925,0        | 18,8        | 49,2                   | 18,1                | 4,7              | 4,0 |
| P26                                                                      |      | 280  | 5YR 4/6     | Vermelho-amarelado       |  | 900,0        | 18,4        | 48,9                   | 19,7                | 4,7              | 4,0 |

PA=ponto amostral (tradagem);  $Fe_{(DBC)}$ =Ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato;  $Fe_{(OX)}$ =ferro extraído com oxalato; COT=carbono orgânico total; Prof= Profundidade; Sup.= superficial 0,00 a 0,20 m; Sub.=Subsuperficial 0,80 a 1,00 m.

**Tabela 7-** Pontos amostrais (PA), respectivas profundidades (Prof), distância do ponto inicial da topossequência (Dist), cores da tabela Munsell (Cor), cor traduzida pelo manual técnico de pedologia - Cor (IBGE, 2015), cores de referência obtidas pelo RGB (Cor RGB) e teores de  $Fe_{(DBC)}$ ;  $Fe_{(OX)}$ ; carbono orgânico total (COT) e pH em  $H_2O$  e KCl, para PP3.

| PA                                                                 | Prof | Dist | Cor        | Cor                    | Cor                                                                                 | $Fe_{(DBC)}$ | $Fe_{(OX)}$ | $Fe_{(DBC)}/Fe_{(OX)}$ | COT                 | pH               |     |
|--------------------------------------------------------------------|------|------|------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|------------------------|---------------------|------------------|-----|
|                                                                    |      | m    | (Munsell)  | (IBGE, 2015)           | RGB                                                                                 | ppm          | ppm         |                        | mg kg <sup>-1</sup> | H <sub>2</sub> O | KCl |
| <i>Perfil pedomorfológico sentido oés-noroeste, ponto 27 a 60.</i> |      |      |            |                        |                                                                                     |              |             |                        |                     |                  |     |
| P27                                                                |      | 0    | 5Y 3/1     | Cinzeno-muito-escuro   |  | 24,0         | 43,8        | 0,5                    | 50,1                | 4,5              | 3,8 |
| P28                                                                |      | 20   | 2.5Y 2.5/1 | Cinzeno-escuro         |  | 12,5         | 31,8        | 0,4                    | 40,0                | 4,5              | 3,8 |
| P29                                                                |      | 40   | 10YR 3/1   | Cinzeno-claro          |  | 25,0         | 20,2        | 1,2                    | 28,4                | 4,5              | 3,7 |
| P30                                                                |      | 60   | 5YR 4/1    | Cinzeno-escuro         |  | 0,0          | 18,4        | 0,0                    | 31,7                | 4,4              | 3,7 |
| P31                                                                |      | 80   | 2.5Y 4/1   | Cinzeno-escuro         |  | 1,2          | 17,8        | 0,1                    | 22,2                | 4,5              | 3,7 |
| P32                                                                |      | 100  | 2.5Y 5/1   | Cinzeno                |  | 17,5         | 16,8        | 1,0                    | 29,0                | 4,6              | 3,8 |
| P33                                                                |      | 120  | 5Y 4/1     | Cinzeno-escuro         |  | 10,0         | 18,8        | 0,5                    | 40,1                | 4,7              | 3,9 |
| P34                                                                |      | 140  | 5Y 4/1     | Cinzeno-escuro         |  | 2,5          | 17,8        | 0,1                    | 31,7                | 4,5              | 3,8 |
| P35                                                                |      | 160  | 5Y 3/1     | Cinzeno muito escuro   |  | 5,0          | 19,0        | 0,3                    | 36,0                | 4,7              | 3,8 |
| P36                                                                |      | 180  | 5Y 4/1     | Cinzeno-escuro         |  | 2,5          | 15,2        | 0,2                    | 36,5                | 4,7              | 3,9 |
| P37                                                                | Sup. | 200  | 5Y 4/1     | Cinzeno-escuro         |  | 22,5         | 12,2        | 1,8                    | 28,0                | 4,7              | 3,9 |
| P38                                                                |      | 220  | 5Y 5/2     | Cinzeno-oliváceo       |  | 30,0         | 17,0        | 1,8                    | 33,2                | 4,7              | 3,9 |
| P39                                                                |      | 240  | 5Y 4/1     | Cinzeno-escuro         |  | 65,0         | 10,6        | 6,1                    | 29,7                | 4,9              | 4,1 |
| P40                                                                |      | 260  | 5Y 4/1     | Cinzeno-escuro         |  | 55,0         | 10,8        | 5,1                    | 26,0                | 4,8              | 4,0 |
| P41                                                                |      | 280  | 5Y 4/1     | Cinzeno-escuro         |  | 20,0         | 9,6         | 2,1                    | 29,0                | 5,1              | 4,3 |
| P42                                                                |      | 300  | 5Y 5/2     | Cinzeno-oliváceo       |  | 22,5         | 9,8         | 2,3                    | 25,2                | 4,6              | 4,0 |
| P43                                                                |      | 320  | 5Y 4/1     | Cinzeno-escuro         |  | 25,0         | 10,0        | 2,5                    | 18,3                | 4,7              | 3,9 |
| P44                                                                |      | 340  | 5Y 5/2     | Cinzeno-oliváceo       |  | 30,0         | 10,4        | 2,9                    | 17,0                | 4,4              | 4,0 |
| P45                                                                |      | 360  | 5Y 6/2     | Cinzeno-oliváceo-claro |  | 54,6         | 14,2        | 3,8                    | 19,7                | 5,0              | 4,2 |
| P46                                                                |      | 380  | 5Y 6/2     | Cinzeno-oliváceo-claro |  | 45,0         | 11,0        | 4,1                    | 14,1                | 5,1              | 4,3 |
| P47                                                                |      | 400  | 5Y 5/3     | Oliva                  |  | 80,0         | 13,4        | 6,0                    | 31,9                | 5,4              | 4,2 |

|     |     |               |                           |                                                                                     |        |      |      |      |     |     |
|-----|-----|---------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|------|------|-----|-----|
| P48 | 420 | 5Y 6/2        | Cinzeno-oliváceo-claro    |    | 82,8   | 13,8 | 6,0  | 25,0 | 5,4 | 4,5 |
| P49 | 440 | 10YR 4/3      | Bruno                     |    | 135,0  | 12,8 | 10,5 | 24,4 | 4,9 | 4,1 |
| P50 | 460 | 10YR 4/2      | Bruno-acinzentado-escuro  |    | 171,0  | 11,6 | 14,7 | 21,8 | 5,5 | 4,6 |
| P51 | 480 | 10YR 3/3      | Bruno-escuro              |    | 221,4  | 13,8 | 16,0 | 24,3 | 4,9 | 4,1 |
| P52 | 500 | 10YR 3/3      | Bruno-escuro              |    | 257,5  | 16,4 | 15,7 | 31,8 | 4,8 | 3,9 |
| P53 | 520 | 10YR 4/4      | Bruno-amarelado-escuro    |    | 332,5  | 15,2 | 21,9 | 27,7 | 4,8 | 4,0 |
| P54 | 540 | 10YR 3/4      | Bruno-amarelado-escuro    |    | 450,0  | 14,8 | 30,4 | 27,8 | 5,3 | 4,1 |
| P55 | 560 | 10YR 3/4      | Bruno-amarelado-escuro    |    | 565,0  | 16,6 | 34,0 | 26,3 | 4,6 | 4,0 |
| P56 | 580 | 7.5YR 4/4     | Bruno                     |    | 627,5  | 17,6 | 35,7 | 25,9 | 4,7 | 4,0 |
| P57 | 600 | 7.5YR 4/6     | Bruno-forte               |    | 812,5  | 19,8 | 41,0 | 19,7 | 4,9 | 4,1 |
| P58 | 620 | 7.5YR 3/4     | Bruno-escuro              |    | 802,5  | 20,4 | 39,3 | 20,1 | 5,1 | 4,1 |
| P59 | 640 | 7.5YR 3/3     | Bruno-escuro              |    | 947,5  | 24,8 | 38,2 | 29,6 | 5,1 | 4,3 |
| P60 | 660 | 5YR 3/3       | Bruno-avermelhado-escuro  |    | 957,5  | 38,2 | 25,1 | 31,7 | 5,8 | 4,8 |
| P27 | 0   | 5Y 3/1        | Cinzeno muito escuro      |    | 12,5   | 1,4  | 8,9  | 16,3 | 4,9 | 4,0 |
| P28 | 20  | 5YR 4/1       | Cinzeno-escuro            |    | 6,6    | 1,2  | 5,5  | 16,1 | 5,3 | 4,1 |
| P29 | 40  | 5Y 7/1        | Cinzeno-claro             |    | 8,4    | 4,2  | 2,0  | 16,6 | 4,9 | 3,9 |
| P30 | 60  | GLE Y 1 7/N   | Cinzeno-claro             |    | 0,0    | 0,4  | 0,0  | 17,3 | 5,1 | 4,0 |
| P31 | 80  | GLE Y 1 7/10Y | Cinzeno-esverdeado-claro  |    | 7,5    | 1,0  | 7,5  | 16,2 | 4,6 | 4,0 |
| P32 | 100 | GLE Y 1 7/10Y | Cinzeno-esverdeado-claro  |    | 20,0   | 2,0  | 10,0 | 20,4 | 4,4 | 4,0 |
| P33 | 120 | GLE Y 1 7/N   | Cinzeno-claro             |    | 15,0   | 0,8  | 18,8 | 18,6 | 4,8 | 4,1 |
| P34 | 140 | GLE Y 1 7/10Y | Cinzeno-esverdeado-claro  |    | 5,0    | 0,6  | 8,3  | 16,5 | 4,6 | 4,1 |
| P35 | 160 | GLE Y 1 7/10Y | Cinzeno-esverdeado-claro  |    | 7,5    | 0,4  | 18,8 | 18,8 | 4,9 | 4,1 |
| P36 | 180 | GLE Y 1 7/10Y | Cinzeno-esverdeado-claro  |    | 5,0    | 0,6  | 8,3  | 18,1 | 4,7 | 4,1 |
| P37 | 200 | GLE Y 1 8/10Y | Cinzeno-esverdeado-claro  |    | 27,5   | 1,0  | 27,5 | 17,4 | 4,8 | 4,1 |
| P38 | 220 | 5Y 7/2        | Cinzeno-claro             |    | 35,0   | 1,6  | 21,9 | 16,9 | 4,7 | 4,0 |
| P39 | 240 | 5Y 7/2        | Cinzeno-claro             |    | 72,5   | 1,6  | 45,3 | 15,1 | 4,8 | 4,1 |
| P40 | 260 | 5Y 7/2        | Cinzeno-claro             |    | 60,0   | 1,4  | 42,9 | 14,8 | 4,8 | 4,1 |
| P41 | 280 | 5Y 7/1        | Cinzeno-claro             |    | 46,8   | 2,4  | 19,5 | 15,9 | 4,7 | 4,1 |
| P42 | 300 | 5Y 7/2        | Cinzeno-claro             |    | 34,8   | 4,4  | 7,9  | 16,6 | 4,6 | 4,1 |
| P43 | 320 | 5Y 7/2        | Cinzeno-claro             |  | 57,6   | 2,8  | 20,6 | 12,9 | 4,7 | 4,2 |
| P44 | 340 | 5Y 8/2        | Amarelo-claro-acinzentado |  | 45,6   | 3,0  | 15,2 | 12,5 | 4,6 | 4,1 |
| P45 | 360 | 5Y 7/2        | Cinzeno-claro             |  | 100,8  | 4,6  | 21,9 | 11,5 | 4,8 | 4,2 |
| P46 | 380 | 5Y 7/2        | Cinzeno-claro             |  | 122,4  | 3,8  | 32,2 | 10,9 | 4,8 | 4,2 |
| P47 | 400 | 5Y 7/2        | Cinzeno-claro             |  | 123,6  | 4,6  | 26,9 | 10,4 | 4,7 | 4,2 |
| P48 | 420 | 5Y 6/3        | Oliva-claro-acinzentado   |  | 128,4  | 6,0  | 21,4 | 11,8 | 4,7 | 4,1 |
| P49 | 440 | 10YR 6/3      | Bruno-claro-acinzentado   |  | 129,6  | 9,4  | 13,8 | 16,9 | 4,8 | 4,2 |
| P50 | 460 | 10YR 6/4      | Bruno-amarelado-claro     |  | 219,6  | 8,4  | 26,1 | 18,4 | 4,8 | 4,2 |
| P51 | 480 | 10YR 6/6      | Amarelo-brunado           |  | 299,4  | 6,6  | 45,4 | 18,7 | 4,9 | 4,3 |
| P52 | 500 | 10YR 5/4      | Bruno-amarelado           |  | 340,8  | 8,0  | 42,6 | 16,9 | 4,9 | 4,1 |
| P53 | 520 | 10YR 5/6      | Bruno-amarelado           |  | 376,8  | 9,6  | 39,3 | 17,7 | 4,8 | 4,2 |
| P54 | 540 | 10YR 6/6      | Amarelo-brunado           |  | 617,5  | 11,0 | 56,1 | 16,2 | 4,9 | 4,3 |
| P55 | 560 | 7.5YR 4/6     | Bruno-forte               |  | 807,5  | 13,0 | 62,1 | 15,7 | 4,8 | 4,4 |
| P56 | 580 | 7.5YR 4/6     | Bruno-forte               |  | 902,5  | 12,4 | 72,8 | 20,1 | 5,0 | 4,5 |
| P57 | 600 | 7.5YR 4/6     | Bruno-forte               |  | 1002,5 | 16,2 | 61,9 | 22,3 | 4,9 | 4,4 |
| P58 | 620 | 7.5YR 4/6     | Bruno-forte               |  | 970,0  | 13,2 | 73,5 | 20,2 | 5,3 | 4,6 |
| P59 | 640 | 7.5YR 4/6     | Bruno-forte               |  | 1060,0 | 13,8 | 76,8 | 18,0 | 4,9 | 4,6 |
| P60 | 660 | 5YR 4/6       | Vermelho-amarelado        |  | 1040,0 | 15,6 | 66,7 | 21,4 | 5,1 | 4,7 |

PA=ponto amostral (tradagem); Fe<sub>(DCB)</sub>=Ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato; Fe<sub>(OX)</sub>=ferro extraído com oxalato; COT=carbono orgânico total; Prof= Profundidade; Sup.= superficial 0,00 a 0,20 m; Sub.=Subsuperficial 0,80 a 1,00 m.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABREU, E. M. A.; FERNANDES, A. R.; RUIVO, M. L. P. Temporary and vertical variation of chemical attributes of a gleysol of the Guamá River cultivated with Canaranas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 277-285, 2007.
- AB'SABER, A. N. **Matas ciliares**: a conservação e recuperação. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (Ciliares). São Paulo (SP): Ed. da USP 2001. 193 p.
- AB'SABER, A. N. Contribuição à geomorfologia da área dos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 1, 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Edgard Blucher, 1971.
- AKPAN-IDIOK, A. U.; ESU, I. E. Morphology and classification of soils under three mangrove types in the cross river estuary, Southeast Nigeria. **Journal of Agriculture, Biotechnology & Ecology**, Beijing, v. 6, n. 1, p. 15-25, 2013.
- AMARAL, A. F. **Estrutura comunitária da vegetação, em uma seção transversal de vereda da reserva vegetal do CCPIU**. 1999. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biologia) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1999.
- ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; FONTANA, A. Matéria orgânica e pedogênese. In: SANTOS, G. A. et al. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 66-85.
- ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; VIDAL PÉREZ, D.; RAMOS, D. P. Characterization and classification of the Plinthosols in the city of Pinheiro-MA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1035-1044, 2007.
- BARRÓN, V.; MELLO, J. W. V.; TORRENT, J. Caracterização de óxidos de ferro em solos por espectroscopia de reflectância difusa. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo 1**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, Viçosa, 2000. p. 139–162.
- BAZAGLIA FILHO, O.; RIZZO, R.; LEPSCH, I. F.; PRADO, H.; GOMES, F. H.; MAZZA, J. A.; DEMATTÊ, J. A. M., Comparison between detailed digital and conventional soil maps of an área with complex geology. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, p. 1136–1148, 2013.
- BEN-DOR ; BANIN, A. Determination of organic matter content in arid-zone soils using a simple “loss-on-ignition” method. **Communication in Soil Science Plant Analysis**, New York, v. 20, p. 1675-1695, 1989.
- BERG, M. Van DEN; LEPSCH, I. F.; SAKAI, E. Solos de planícies aluviais do Vale do Ribeira do Iguapé SP. II. Relações entre características físicas e químicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, p. 315-321, 1978.
- BISPO, F. H. A. **Gênese e classificação de solos em topossequência de veredas das chapadas do alto vale do Jequitinhonha-MG**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

BISPO, F. H. A.; SILVA, A. C.; TORRADO, P.V. Highlands of the upper Jequitinhonha valley, Brazil. I – Characterization and classification. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1069-1080, 2011.

BOAVENTURA, R. S. Contribuição aos estudos sobre a evolução das veredas. In: PLANO de Desenvolvimento Integrado no Noroeste Mineiro. Belo Horizonte: CETEC, 1978. (Informe Técnico, v. 1, n. 1).

BOAVENTURA, R. S. **Veredas**: berço das águas. Belo Horizonte: Ecodinâmica, 2007. 264 p.

BOAVENTURA, R.S. **Preservação de veredas-síntese**. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO: RELAÇÃO SER HUMANO / AMBIENTE, 2, 1988, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [S.n.], 1988. p. 109-119.

BOIXADERA, J.; POCH, R. M.; GARCIA-GONZALEZ, M. T.; VIZCAYNO, C. Hydromorphic and clay-related processes in soils from the Llanos de Moxos (northern Bolivia). **Catena**, Amsterdam, v. 54, n. 3, p. 403–424, 2003.

BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCA, Y. Analyse structurale et cartographie em pédologie. **Cahiers ORSTOM Séries Pédologie**, v. 19, n. 4, p. 309-351, 1982. Disponível em: <[http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/cahiers/PTP/3251.PDF](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cahiers/PTP/3251.PDF)>. Acesso em: 21 jul. 2016.

BOUMA, J.; FOX, C. A.; MIEDEMA, R. **Micromorphology of hydromorphic soils: applications for soil genesis and land evaluation**. In: DOUGLAS, L. A. (Ed.). **Developments in soil science**. New Elsevier, 1990. p. 257-278, 1990. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/40178741\\_Micromorphology\\_of\\_Hydromorphic\\_Soils\\_Applications\\_for\\_Soil\\_Genesis\\_and\\_Land\\_Evaluation](https://www.researchgate.net/publication/40178741_Micromorphology_of_Hydromorphic_Soils_Applications_for_Soil_Genesis_and_Land_Evaluation)>. Acesso em: 21 jul. 2016.

BOURRIÉ, G.; TROLARD, F.; JAFFREZIC, J. M. R. G.; MAÎTRE, V.; ABDELMOULA, M. Iron control by equilibria between hydroxy-Green Rusts and solutions in hydromorphic soils. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Oxford, v. 63, n. 19, p. 3417-3427, 1999.

BREEMEN, N. V.; BUURMAN, P. **Soil formation**. 2 ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2002. 404 p.

BRINATTI, A. M.; MASCARENHAS, Y. P.; PEREIRA, V. P.; PARTITI, C. S.M.; MACEDO, Á. Mineralogical of a highly-weathered soil by the rietveld method. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 4, p. 454-464, 2010.

BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; McCRAKEN, R. J. **Soil genesis and classification**. Iowa: Iowa State University Press, 2003. 435 p.

CAMAGO, F. A. O.; SANTOS, G. A.; PASSUELLO, R. O. P. ; FERREIRA, A. B. B. Produção de ácidos orgânicos voláteis com a adição de palha de arroz em glei sob condições anaeróbicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, p. 337-342, 1993.

CAMARGO, L. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; HORVAT, R. A. Variabilidade espacial de atributos mineralógicos de um latossolo sob diferentes formas do relevo: II —



correlação espacial entre mineralogia e agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 2279–2288, 2008b.

CAMPOS, C. E. B. **Indicadores de campo para solos hidromórficos do planalto de Viçosa**. Viçosa-MG: UFV, 1999. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

CAMPOS, E. B.; LANI, J. L.; RESENDE, M.; REZENDE, S. B. Indicadores de campo para solos hidromórficos na Região de Viçosa (MG) **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 1057-1066, 2003.

CARVALHO, P. G. S. As veredas e sua importância no domínio dos cerrados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 54-56, 1991.

CHAVES, M. R. **Descentralização da política ambiental no Brasil e a gestão dos recursos naturais do Cerrado goiano**. 2003. 185 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

CHILDS, C. W. Field tests for ferrous iron and ferric-organic complexes (on exchange sites or in water soluble forms) in soils. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 19, p. 175-180, 1981.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre Parâmetros, Definições e Limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília/DF: Diário Oficial da União, em 13 de maio de 2002.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 369, de 29 de março de 2006**. "Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP" - Data da legislação: 28/03/2006 - Publicação DOU nº 061, de 29/03/2006, págs. 150-151.

CORINGA, E. A. O.; COUTO, E. G.; PEREZ, X. L. O.; TORRADO, P. V. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, n. 1, p. 19-28, 2012.

CORNELL, R. M.; SCHWERTMANN, U. **The iron oxides**: structure, properties, reactions, occurrence and uses. Weinheim: VCH, 1996. 573 p.

CORREA, P. M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: IDF, 1926. p. 74.

COUTO, E. G.; OLIVEIRA, V. The soil diversity of the Pantanal, In: JUNK, W. J. ; SILVA, C. J.; CUNHA, C. N. ; WANTZEN, K. M. (Ed.). **The Pantanal of Mato Grosso: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonall wetland**. Sofia: Pensoft, 2010. p. 40-64.

CURI, N., **Lithosequence and toposequence of oxisols from Goiás and Minas Gerais, Brazil**. 1983 158 f. Tesis (Ph.D.) Purdue University, West Lafayette, 1983.

CURI, N.; FRANZMEIER, D. P. Toposequence of oxisols from the Central Plateau of Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 48, p. 341-346, 1984.

DELDEN, H. van.; VLIET, J. van; RUTLEDGE, D. T.; KIRKBY, M. J. Comparison of scale and scaling issues in integrated land-use models for policy support. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 142, p. 18–28, 2011.

DEMATTE, J. A. M.; GALDOS, M. V.; GUIMARÃES, R.; GENÚ, A. M.; NANNI, M. R.; ZULLO JR., J. Quantification of tropical soil attributes from ETM+/Landsat-7 data. **International Journal Remote Sensing**, Basingstoke, v. 8, p. 3813–3829, 2007.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M. SEBAIO, F. A. ; ANTONINI, Y. (Org.). **Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.

EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2. ed. Brasília: Ed. da Universidade de Brasília, 1994. p. 17- 73.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1982. 526 p. (Boletim de pesquisa, 1).

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos e análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2011. 225 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353 p.

ESPIRITO SANTO, F. R. C., **Distribuição de óxidos de ferro em uma catena de solos derivados de granito na região fisiográfica da Depressão Central no Estado do Rio Grande do Sul**. 1988. 141 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Porto Alegre, Porto Alegre, 1988.

FERREIRA I. M.; TROPPEMAIR, H. Aspectos do cerrado: análise comparativa espacial e temporal dos impactos no subsistema de veredas do Chapadão de Catalão (GO). In: GERARDI, L. H. O.; LOMBARDO, M. A. **Sociedade e Natureza na visão da geografia**. Rio Claro: Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP, 2004. 296 p.

FERREIRA, I. M. **Bioma cerrado: caracterização do subsistema de vereda**. Disponível em: <[https://observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/up/215/o/MENDES\\_ldevone\\_bioma\\_cerrado.pdf](https://observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/up/215/o/MENDES_ldevone_bioma_cerrado.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2016.

FERREIRA, I. M. Cerrado: classificação geomorfológica de vereda. Simpósio Nacional Cerrado. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais, 9., 2008b, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: [S.n], 2008b.



FERREIRA, I. M.; TROPPEMAIR, H. Aspectos do cerrado: análise comparativa espacial e temporal dos impactos no subsistema de veredas do Chapadão de Catalão (GO). In: GERARDI, L. H. O.; LOMBARDO, M. A. (Org.). **Sociedade e natureza na visão da geografia**. Rio Claro: Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP, 2004. p. 135-152.

FERREIRA, S. A. D.; SANTANA, D. P.; FABRIS, J. D.; CURI, N.; NUNES FILHO, E. & COEY, J. M. D. Relações entre magnetização, elementos traços e litologia de duas sequências de solos do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 167-174, 1994.

FERREIRA, I. M. **O afogar das veredas**: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de Catalão (GO). 2003. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

FITZPATRICK, R. W.; COX, J. W.; MUNDAY, B.; BOURNE, J. Development of soil – landscape and vegetation indicators for managing waterlogged and saline catchments. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, p. 245 – 252, 2003.

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**, Madison, v. 47, p. 1196–1202, 1983.

GENÚL, A. M.; DEMATTÊ, J. A. M.; FIORIO, P. R. **Análise espectral de solos da Região de Mogi-Guaçu (SP)**. *Semina: Ciências Agrárias*, 2010

GONÇALVES, G. K.; MEURER, E. J.; BORTOLON, L. ; GONÇALVES, D. R. N. Relação entre óxidos de ferro e de manganês e a sorção de fósforo em solos no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, p. 1633-1639, 2011.

GUIMARÃES, A. J. M.; ARAÚJO, G. M.; CORRÊA, G. F. Estrutura fitossociológica em área natural e antropizada de uma vereda em Uberlândia, MG. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 317-329, 2002.

GUIMARÃES, R. **Grande sertão**: veredas. Rio de Janeiro: Editora Nova, 1967.

HUNTER JUNIOR, M. L. **Fundamentals of conservation biology**. USA: Blackwell Science, 1996. 482 p.

HURST, VERNON J. Visual estimation of iron in saprolite. **Geological Society of America Bulletin**, Boulder, v. 88, n. 2, p. 174-176, 1977.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. Brasília: IBGE, 2002. 146 p.

IBGE. **Manuais técnicos em geociências: manual técnico de pedologia**. 3. ed. Brasília, DF: IBGE, 2015.

IBRAIMO, M. M. **Solos sob caatinga da região dos lagos, RJ**: gênese e relações geomorfológicas. 2000. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

INDA JUNIOR, A. V.; KÄMPF, N. Avaliação de procedimentos de extração dos óxidos de ferro pedogênicos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 1139-1147, 2003.

JAMES, H. R.; FENTON, T. E. Water tables in paired artificially drained and undrained soil catenas in Iowa. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 57, p. p. 774-781, 1993.

KÄMPF, N.; CURI, N. Óxidos de ferro: indicadores de ambientes pedogênicos. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: SBCS, 2000. p. 107-138.

LEAL, J. R. **Adsorção de fósforo em Latossolos sob cerrado**. 1971. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1971.

LIMA, S. C.; SILVEIRA, F. P. A preservação das veredas para a manutenção do equilíbrio hidrológico dos cursos d'água. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 3, Londrina. **Anais...** Londrina: [S.n.], 1991, v.1, p. 204-218, 1991.

LIMA, S. C. ; QUEIROZ NETO, J. P. **As veredas e a evolução do relevo**. Soc. Natur., 8: p. 481-488, 1996.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Piracicaba: Plantarum, 1992. 352 p.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 175-187, 2004.

MACHADO, R. B.; M. B.; RAMOS NETO, P.; PEREIRA, E.; CALDAS, D. ;GON- ÇALVES, N. ;SANTOS, K. ;TABOR; M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. 2004a. Disponível em: < <http://cmbbc.cpac.embrapa.br/RelatDesmatamCerrado%20CIBrasil%20JUL2004.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2016. 2004a.

MAGALHÃES, G. M. Caracterização de alguns tipos florísticos de Minas Gerais. **Revista de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 76-92, 1956.

MARTINS, C. **Biogeografia e ecologia**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1992.

McKEAGUE, J. A.; DAY, J. H. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. **Canada Journal Soil Science**, Ottawa, p. 13-22, 1966.

MCLATCHEY, G.P.; REDDY, K. R. Regulation of matter decomposition and nutrient release in a wetland soil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 27, p. 1268-1274, 1998.

MEHRA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clay by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. **Clays Clay Mineralogy**, p. 317-327, 1960. Disponível em: < <http://www.clays.org/journal/archive/volume%207/7-1-317.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

MEIRELLES, H. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAMPOS, M. C. C.; PEREIRA, G. T.;  
Replaces solo-paisagem em topossequência de origem basáltica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, p. 129–136, 2012.

MELO, D. R. **As veredas nos planaltos do Noroeste Mineiro**: caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos. 1992. 218 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.

MELO, D. R. **Contribuição ao estudo geomorfológico de veredas**: região de Pirapora, MG. 1978. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1978.

MELVILLE, M. D.; ATKINSON, G. Soil color: its measurement and its designation in models of uniform color space. **Journal Soil Science**, Madison, v. 36, p. 495–512, 1985.

MIKLÓS, A. A. W. **Byodinamique d'une couverture pedologique dans la region de Botucatu, Brésil**. 1992. 438 f. These (Doctor) - Université Paris, Paris, 1992.

MINASNY, B.; MCBRATNEY, A. B. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. **Computational Geosciences**, Amsterdam, v. 32, p. 1378–1388, 2007.

MIRANDA, J.; COSTA, L. M.; RUIZ, H. A.; EINLOFT, R. Composição química da solução de solo sob diferentes coberturas vegetais e análise de carbono orgânico solúvel no deflúvio de pequenos cursos de água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 30, p. 633-647, 2006.

MOKMA, D. L.; SPRECHER, S. W. Water table depths and color patterns in soils developed from red parent materials in Michigan, USA. **Catena**, Amsterdam, v. 22, p. 287–298, 1994.

MONIZ, A. C.; BUOL, S. W. Formation of an oxisol-ultisol transition in São Paulo, Brazil. In: Lateral dynamics of chemical weathering. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 46, p. 1234-1239, 1982.

MUGGLER, C. C.; BUURMAN, P. DOESBURG, JAN D. J. van. Weathering trends and parent material characteristics of polygenetic oxisols from Minas Gerais, Brazil: I. Mineralogy. **Geoderma**, Amsterdam, v. 138, p. 39-48, 2005.

MUNSELL COLOR. **Munsell soil color charts**. Whith Genuine Munsell Color Chips, 2009.

MYERS, N.; MITTERMEYER, R. A.; MITTERMEYER, C. G.; FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, P. C.; LANI, J. L.; MENDONÇA, E. S.; ZOFFOLI, H. J. O.; PEIXOTO, H. T. M. Teores e características da matéria orgânica de solos hidromórficos do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 43, n. 2, p. 339-348, 2010.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Aspectos físico-químicos envolvidos na fixação de fósforo no solo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROCHA FOSFÁTICA, 5. São Paulo, 1991. **Anais...** São Paulo: [S.n.], 1991. p.133-177.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**. Jaboticabal: FUNEP/ FCAV, 1992. 201p.

PEREIRA, M. G. **Formas de Fe, Al e Mn como índices de pedogênese e adsorção de fósforo em solos do estado do Rio de Janeiro**. 1996. 211 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1996.

PETERSCHMITT, E.; FRITSCH, E.; RAJOT, J. L. et al. Yellowing, bleaching and ferritisation processes in soil am antlen of the Western Ghâts, South India. **Geoderma**, Amsterdam, v. 74, p. 235-253, 1996.

PIVELLO, V. R.; SHIDA, C. N.; MEIRELLES, S. T. **Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity**. **Biodiversity & Conservation**, Dordrecht, v. 8, n. 9, p. 1281-1294, 1999.

PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of sub-merged soils. **Advances in Agronomy**, Maryland Heights, v. 24, p. 29-96, 1972.

POST, D. F.; LEVINE, S. J.; BRYANT, R. B.; MAYS, M. D.; BATCHILY, A. K.; ESCADAFAL, R.; HUETE, E. A. Correlations between field and laboratory measurements of soil color. In: BIGHAM, J. M.; CIOLKOSZ, E. J. (Ed.). **Soil color**. Madison: Soil Science Society of America, 1993. p. 35-49. (Special Publication, 31)

POTT, V. J; POTT, A. Buriti: **Mauritia flexuosa**: flora e fauna do cerrado. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Agropecuária, 2004. Disponível em: <  
<http://www.cnpqc.embrapa.br/~rodiney/series/buriti/buriti.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2015

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013.

RAMOS, M. V. V.; CURI, N.; MOTTA, P. E. F.; VITORINO, A. C. T.; FERREIRA, M. M.; SILVA, M. L. N. Veredas do Triângulo Mineiro: solos, água e uso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 283-293, 2006.

RAMOS, M.V.V. **Caracterização dos solos, da estrutura fitossociológica e do estado nutricional da vegetação de veredas em diferentes superfícies geomorfológicas no Triângulo Mineiro**. 2004. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGWATER, S. **Tópicos atuais em botânica**. Brasília, DF: Sociedade Botânica do Brasil/Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. p. 340–342.

RESCK, D. V. S.; FERREIRA, E. A. B.; FIGUEIREDO, C. C.; ZINN, Y. L. Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metropole, 2008.

RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil**. 1976. 237 f. Thesis (Doctor) - Purdue University, West Lafayette, 1976.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: bases para distinção de ambientes. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 338 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORREA, G. F. **Pedologia**: Base para distinção de ambientes. 5. ed. Lavras: UFLA, 2007. 322 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J. C. ; REZENDE, S. B. **Mineralogia de solos brasileiros**: interpretação e aplicações. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. V. 1, 192 p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, M. S.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado**: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556 p.

RIZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. São Paulo: Hucitec/EDUSP, 1979. V. 2

ROLIM NETO, F. C. Topolitossequências de solos do alto paranaíba: atributos físicos, químicos e mineralógicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** Viçosa, v. 33, p. 1795-1809, 2009.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semi- detalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, p. 153-156, 2008.

SANTOS, A. B. dos; FAGERIA, N. K; ZIMMERMANN, F. J. P. Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 12-16, 2002.

SANTOS, A. B.; PRABHU, A. S.; FERREIRA, E. ; FAGERIA, N. K. Fertilização silicatada na severidade de brusone e na incidência de insetos-praga em arroz irrigado. **Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 537-543, 2009.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. 306 p.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100 p.

SARCINELLI, T.; SCHAEFER, C. E. G. R.; LYNCH, L.; ARATO, H.; VIANA, J.; GONCALVES, T. Chemical, physical and micromorphological properties of termite mounds and adjacent soils along a toposequence in Zona da Mata, Minas Gerais State, Brazil. **Catena**, Amsterdam, v. 76, p. 107-113, 2009.

SCHAEFER, C. E. G. R. The B horizon microstructure of Brazilian Latosols as long-term biotic constructs. **Australian Journal Soil Research**, Llayton, v. 39, p. 909-926, 2001.

SCHAEFER, C. E. G. R.; FABRIS, J. D.; KER, J. C. Minerals in the clay fraction of Brazilian Latosols (Oxisols): A review. **Clay Minerals**, Middlesex, v. 43, p. 1-18, 2009.

SCHWERTMANN, U.; KÄMPF, N. Properties of goethite and hematite in kaolinitic soils of Southern and Central Brazil. **Soil Science**, Philadelphia, v. 139, p. 344-50, 1985.

SCHWERTMANN, U. Differenzierung der eisenoxide des bodens durch extraktion mitammoniumoxalat-losung. **Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde**, Weinheim, v. 105, p. 194-202, 1964.

SCHWERTMANN, U. Use of oxalate for Fe extraction from soil. **Canadian Journal Soil Science**, Ottawa, v. 53, p. 244-248, 1973.

SCHWERTMANN, U. Relations between iron oxides, soil color, and soil formation. In: **Soil color**. Madison: Soil Science Society American, 1993. p. 51-69. (Spec. Publ. No. 31)

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R. M. **Iron oxides**. In: DIXON, J. B. (Ed.). **Minerals in environments**. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 145-180.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DAS CIDADES, DO PLANEJAMENTO, DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – SEMAC. **Caderno geoambiental das regiões de planejamento do Mato Grosso do Sul, Campo Grande-MS, 2011**. Disponível em: <http://www.semec.ms.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

SHANG, C.; ZELAZNY, L. W. Selective dissolution techniques for mineral analysis of soils and sediments. In: DANE, J. H.; TOPP, G. C. (Ed.). **Methods of soil analysis, Part 5, Mineralogical methods**: Madison: Soil Science Society of America, 2008. p. 33-80.

SILVA NETO, L. F. **Pedogênese e matéria orgânica de solos hidromórficos da Região Metropolitana de Porto Alegre**. 2010. 117 f. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SIQUEIRA, D. S.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. The use of landforms to predict the variability of soil and orange attributes. **Geoderma**, Amsterdam, v. 155, p. 55-66. 2010a.

SOILEAU, J. M., AND R. J. McCracken. Free iron and coloration in certain well-drained Coastal Plain soils in relation to their other properties and classification. **Soil Science American Proceedings**, Madison, v. 31, p. 248-255, 1967.

SOUKUP, D. A. Preparing soil for mineralogical analyses. In: DANE, J. H.; TOPP, G. C. (Ed.). **Methods of soil analysis, Part 5, mineralogical methods**: Madison: Wisconsin, Soil Science Society of America, 2008. p. 13-31.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Adubação com fósforo**. In: SOUSA, D. M. G. ; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.147-168.



SOUSA, R. F. de. **Atributos químicos e textura do solo em veredas conservadas e antropizadas no bioma Cerrado**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2009.

SOUZA, E. D. de; COSTA, S. E. V. G. de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; ANDRIGUETI, M.; CAIO, E. Estoque de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** Viçosa, v. 33, p. 1829-1836, 2009.

SOUZA, P. F. **Terminologia florestal**: glossário de termos e expressões florestais. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1973. 73 p.

THEISEN, A. A.; HARWARD, M. E. A paste method for preparation of slides for clay mineral identification by x-ray diffraction. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 26, p. 90-91, 1962.

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics**: a study of weathering and denudation in low latitudes. Union King: Wiley, 1994. 460 p.

TORRENT, J.; SCHWERTMANN, U.; SCHULZE, D. J. Iron oxide mineralogy of some two river terrace sequences in Spain. **Geoderma**, Amsterdam, v. 23, n. 3, p. 191-208, 1980.

TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; UEHARA, G. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, Maryland Heights, v. 38, p. 54-94, 1985.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Keys to soil taxonomy**. 11. ed. São Paulo: USDA, 2010. 345 p.

VAHL, L. C. Fertilidade de solos de várzea. In: GOMES, A. S. ; PAULETTO, E. A. (Ed.). **Manejo de solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p.119-162.

VAHL, L. C. **Toxidez de ferro em genótipos de arroz irrigado por alagamento**. 1991. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

VAN WALLENBURG, C. Hydromorphic soil characteristics in alluvial soils in connection with soil drainage. In: SCHLICHTING, E.; SCHWERTMANN, U. (Ed.). **Pseudogley and gley**. Weinheim: Verlag Chemie, 1973. p. 393-403.

VENDRAME, P. R. S. et al. Formas de ferro e alumínio e suas relações com textura, mineralogia e carbono orgânico em Latossolos do Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, supl. 1, p. 1657-1666, 2011.

VEPRASKAS, M. J.; WILDING, L. P.; DREES, L. R. Aquic conditions for Soil Taxonomy: concepts, soil morphology and micromorphology. In: RINGROSE-VOASE, A. J. ; HUMPHREYS, G. S. (Ed.). **Developments in soil science**. New York: Elsevier, 1993. p. 117.

VOGELSANG, V. Transformation of clay-sized minerals in soils exposed to prolonged regular alternation of redox conditions. **Geoderma**, Amsterdam, v. 278, p. 40-48, 2016.

WEBSTER, R. Automatic soil-boundary location from transect data. **Mathematical Geology**, Heidelberg, v. 5, n. 1, p. p. 27–37, 1973.

WWF - FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA. **De grão em grão o Cerrado perde espaço**: impactos do processo de ocupação. Brasília: WWF/Fundação Pró-Cerrado. 1995. 66 p.

YIN, L. C.; ZHANG, L.; YI, Y. N. ; LUO, L. F. Effects of long-term groundwater management and straw application on aggregation of paddy soils in subtropical China. **Pedosphere**, v. 25, n. 3, p. 386–391, 2015.

ZAWADZKI, J.; MAGIERA, T. Z.; FABIJANCZYK, P. Geostatistical 3-dimensional integration of measurements of soil magnetic susceptibility. **Environmental Monitoring Assessment**. Dordrecht, v. 24, n. 5, p. 3267–3278, 2012.

ZHAO, D.; LI, F.; WANG, R. S. The effects of different urban land use patterns on soil microbial biomass nitrogen and enzyme activities in urban area of Beijing, China. **Acta Ecologica Sinica**, [S.n.], v. 32, p. 144–149. 2012.