



# AS CORES DO SOLO COMO PARÂMETRO PARA DELIMITAÇÃO DO AMBIENTE DE UMA VEREDA<sup>1</sup>

THE COLORS OF SOIL AS A PARAMETER TO DELIMITATE THE ENVIRONMENT OF A PALM SWAMPY

LOS COLORES DEL SUELO COMO PARAMETRO PARA LA DELIMITACIÓN DEL AMBIENTE DE UNA VEREDA

Glauber Stefan Barbosa – Universidade Estadual de Londrina – Londrina – Paraná – Brasil  
[polar\\_sb@yahoo.com.br](mailto:polar_sb@yahoo.com.br)

Kátia Luciene Maltoni – Universidade Estadual Paulista – Campus de Ilha Solteira – Ilha Solteira – São Paulo – Brasil  
[maltoni@agr.feis.unesp.br](mailto:maltoni@agr.feis.unesp.br)

Alan Rodrigo Panosso – Universidade Estadual Paulista – Campus de Jaboticabal – Jaboticabal – São Paulo – Brasil  
[alan.panosso@unesp.br](mailto:alan.panosso@unesp.br)

## Resumo

As veredas estão dispostas na paisagem em áreas rebaixadas e alagadiças que contribuem para regular o ciclo hidrológico de abastecimento dos cursos d’água. Essas constituem áreas caracterizadas por drenagens superficiais e são povoadas por renques de Buritis (*Mauritia flexuosa*), palmeira típica destes ambientes, cujos solos apresentam indicativos pedoambientais de processos de intensa redução do Fe, comum a áreas alagadiças. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização do parâmetro cor do solo, associado a dados de extração de ferro com ditionito ( $Fe_{DCB}$ ), como indicador para delimitação das áreas de abrangência de uma vereda, produzindo subsídios à adequação da área de preservação permanente no entorno da mesma e como indicação para delimitação de solos sob a influência da água. Os resultados indicaram que as cores GLEY 1 valor 5 a 8 e cromas N e as cores 10Y e 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 ou ambientes que indicam a ocorrência de solos em formação hidromórfica, gleizados e/ou mal drenados, bem como que possuam 330 mg kg<sup>-1</sup> de ferro livre. Palavras-chave: Perfil pedomorfológico. Fe. Ditionito citrato bicarbonato. Terras úmidas.

## Abstract

The palm swamps are arranged in the landscape in wetlands, which contribute to regulate the hydrological cycle of water courses supply. These areas are characterized by superficial streams and populated by Buritis (*Mauritia flexuosa*), typical palm of these environments. The soils in the palm swamp present indicative of pedoenvironmental conditions related to intense reduction processes of Fe, common in swampy areas where the reducing environment hinders the oxidation process. This study aims to evaluate the use of soil color parameter, associated with data from iron extracted with dithionite ( $Fe_{DCB}$ ), as indicator for delimitation of areas that comprise a palm swamp, producing subsidies to adequate the permanent preservation area surrounding the palm swamp, and as an indicator for delimitation of soils under water influence. The results pointed out the color GLEY 1, with values from 5 to 8 and chroma N, and colors 10Y, and 5Y with value and chroma varying among 5/1, 6/1, 7/1 and 7/2 as a useful tool for delimitation of palm swamp pedoenvironment, as well as 330 ppm of iron, since both indicate the occurrence of soils formation under hydromorphic or gley environments.

Keywords: Pedomorphological profile. Fe. Dithionite citrate bicarbonate. Wetlands.

## Resumé

Las veredas están dispuestas en la paisaje en áreas rebajadas y alagadizas, que contribuyen a regular el ciclo hidrológico de abastecimiento de aguas. Constituyen áreas caracterizadas por drenajes superficiales y poblados por filas de Buriti (*Mauritia flexuosa*), palmera típica de estos ambientes. Sus suelos presentan indicativos de condiciones pedoambientales relacionados con procesos de intensa reducción del Fe, común en áreas alagadizas. Este trabajo tuvo por objetivo evaluar la utilización de parámetros como el color del suelo, asociado a datos de extracción de hierro con dithionito ( $Fe_{DCB}$ ), como indicador para delimitación de las áreas de cobertura de una vereda, produciendo subsidios a la adecuación del área de preservación permanente en el área en torno a éste y como indicación para delimitación de suelos bajo influencia del agua. Los resultados indicaron que los colores GLEY 1 valor 5 a 8 y cromas N y 10Y, 5Y con valor y croma que varían entre 5/1, 6/1, 7/1 y 7/2, pueden ser utilizadas para delimitación del pedoambiente de las veredas o ambientes que indican la ocurrencia de suelos en formación Hidromórfica, gleizados y/o mal drenados, así como que tengan 330 mg kg<sup>-1</sup> de hierro libre.

Palabras clave: Perfil pedomorfológico. Fe. Dithionito citrato bicarbonato. Tierras húmedas.

## Introdução

Grande parte dos biomas tropicais estão ameaçados em decorrência do avanço das atividades econômicas que eliminam, em muitas situações, a cobertura vegetal natural, provocando modificações irreversíveis no solo, na qualidade e quantidade da água, na dinâmica natural da paisagem, entre outros (Coutinho, 2006). Neste contexto, há o Cerrado brasileiro, o qual vem sendo modificado com intenso e desordenado uso e ocupação.

O domínio morfoclimático do cerrado é caracterizado por chapadões cobertos por vegetação de cerrado e florestas-galeria ao longo dos cursos d'água (Ab'Saber, 1971). Dentro deste domínio, é típica a presença de veredas (Embrapa, 1982), cujo ambiente apresenta características peculiares, pois são compostas por uma densa e vasta malha úmida (Drummond et al., 2005). De formação rasa, elas desenvolvem canais de exsudação do aquífero freático (Boaventura, 1978).

As veredas são zonas deprimidas dentro de áreas estruturalmente planas. Suas águas convergem para um talvegue de drenagem concentrada assinalado por renques arbustivos e/ou arbóreos com palmeiras de diversas espécies nas quais predominam os Buritis. Nesses locais, os solos hidromórficos enriquecidos em matéria orgânica se desenvolvem. (Boaventura, 1988).

Protegidas pela Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002, e pelo Código Florestal – Lei nº 12.727, Art. 4º, 2012, as veredas devem ser preservadas em projeção horizontal por uma faixa com largura mínima de 50 m, a partir do espaço permanentemente brejoso, cuja preservação

deve-se dar como Área de Preservação Permanente (APP) (Pott; Pott, 2004). No entanto, é visível a crescente incorporação das áreas úmidas das veredas ao processo agrosilvopastoril.

Os solos das veredas são fortemente influenciados pelos processos hidromórficos, os quais se desenvolvem em áreas com acúmulo sazonal de água, o que, em geral, ocorre em relevo plano com declividade de até 3% (Campos, 1999). Esses solos têm cores cinzentas devido ao processo de desferrificação, em oposição aos de ocorrência em chapadas, em que o suprimento de oxigênio é abundante e predominam solos de cores amarelas a vermelhas (Resende et al., 2002).

Os processos de oxidação e redução do ferro determinam características morfológicas aos solos, conferindo-lhes cores distintas. A solubilidade e a cor do ferro são influenciadas pela oxidação, explicando os matizes cinzentos que variam de 5Y a 5BY com croma = 1 (Fitzpatrick et al., 2003; Akpan-Idiok; Esu, 2013). Preto, marrom e amarelo, cores comumente observadas em solos hidromórficos (Breemen; Buurman, 2002) que, associados à presença de mosqueados, representam um forte indicador de hidromorfismo (Bouma et al., 1990; Vepraskas et al., 1993), condição ambiental que indica presença de água abundante nos solos (Schwertmann; Taylor, 1989).

Por outro lado, as cores vermelhas e amarelas são atribuídas aos óxidos de ferro encontrados no solo, sendo que a hematita é responsável pelas cores avermelhadas (5R a 2,5YR), a goethita pelas cores bruno-amareladas (7,5YR a 2,5YR), a lepidocrocita pelas cores alaranjadas (5YR a 7,5YR), e a maghemita e a ferridrita, pelas cores bruno-avermelhadas de matizes 2,5YR a 5YR e 5YR a 7,5YR, respectivamente (Torrent et al., 1980; Espírito Santo, 1988). A cor do solo está, portanto, relacionada à natureza do ambiente e à presença dos óxidos de ferro, e tem sido utilizada como critério em sua classificação (Santos et al., 2013).

Vários são os métodos e técnicas utilizados para identificação e caracterização dos óxidos de ferro do solo, dentre eles está a técnica de dissolução de Fe por ditionito-citrato-bicarbonato (Mehra; Jackson, 1960; McKeague; Day, 1966; Inda Junior; Kämpf, 2003; Donagema, 2011).

De acordo com as premissas supracitadas, os limites de preservação das veredas, por hipótese, podem ser estabelecidos por meio da coloração do solo, permitindo preservar estes ambientes para que desempenhem suas funções ambientais sem comprometer o abastecimento de água, a

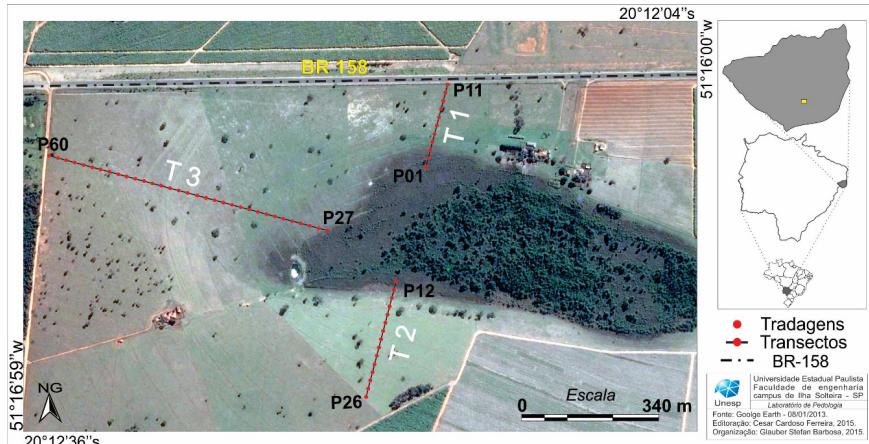
mobilidade da fauna e a diversidade botânica, bem como produzindo subsídios para elaboração de processos de averbação e adequação de áreas de preservação permanente nas quais estão inseridas.

Este trabalho teve como objetivo utilizar a cor do solo, distribuída em perfis pedomorfológicos, associada a dados quantitativos de extração de ferro e a cálculos e técnicas estatísticas, com os 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 área de preservação permanente.

## Materiais e métodos

A área de estudo está localizada no sul da região Centro-Oeste do Brasil, em Aparecida do Taboado – MS, entre as coordenadas  $20^{\circ} 12' 01''$  S e  $51^{\circ} 16' 39''$  O, com elevação da ordem de 350 m (Figura 1), em uma vereda, subsistema típico do Cerrado brasileiro. O clima na região é do tipo Aw (com estação chuvosa no verão e seca no inverno), segundo a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013).

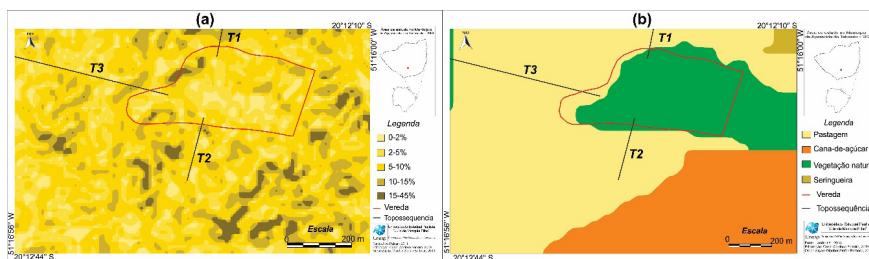
**Figura 1** - Localização geográfica da área de estudo e dos pontos de tradagens distribuídas em toposequências no ambiente de vereda no município de Aparecida do Taboado – MS



Fonte: Barbosa (2016). Elaboração: Glauber Stefan Barbosa.

A vereda em estudo está inserida no sistema hidrográfico córrego Faceiro, afluente da margem direita do rio Paraná, considerada vulnerável por possuir coberturas arenosas mesozóicas a partir de formações de rochas e solos residuais do grupo Caiuá e Bauru (Semac, 2011). A geomorfologia da região apresenta predomínio de modelados de dissecação colinosos e tabulares e áreas de relevo plano com declividades que variam de 2° a 11°. A vereda estudada caracteriza-se como Vereda de Superfície Tabular originária do extravasamento de lençóis aquíferos superficiais, conforme a classificação de Boaventura (1978). Elas se desenvolvem em áreas de planaltos, possuem vertentes planas e suaves onduladas (Figura 2a), ocupam uma área de aproximadamente 39 ha e direcionam seu fluxo hídrico para um sistema hidrográfico de aproximadamente 9,4 Km de extensão longitudinal até o rio Paraná.

**Figura 2 - Mapas de (a) declividade e (b) uso e ocupação do solo**



Fonte: Do autor (2019). Elaboração: Glauber Stefan Barbosa.

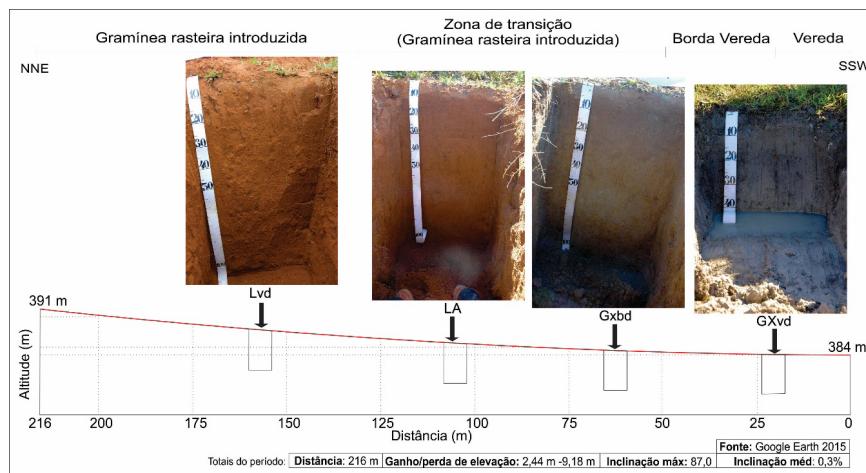
A interpretação de imagens ou fotointerpretação possibilitou identificar os objetos da superfície terrestre e deduzir a sua significação, e por meio da interpretação e classificação da imagem orbital Landsat 8 OLI, definiram-se quatro (4) classes de uso e cobertura do solo (Figura 2b) sendo elas: gramínea rasteira introduzida, caracterizada como *pastagem* e um misto de *cana-de-açúcar* e *seringueira* no topo da vertente; nas partes mais deprimidas da encosta (sopé) e porções alagadiças observou-se a presença de *vegetação natural* com capim- rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*) e Buritis (*Mauritia flexuosa*), vegetação típica do subsistema das Veredas (Figura 3).

**Figura 3 - Foto levantamento da paisagem do ambiente de vereda em estudo**

Fonte: Do autor (2016). Elaboração: Glauber Stefan Barbosa.

Dentro desta área, a distribuição dos solos e a sua configuração horizontal/lateral foram determinados com base nas premissas metodológicas de Boulet et al. (1982), também adotada por Bispo et al. (2011), com tradagens realizadas a cada 20 m, até 1,0 m de profundidade ou até o aquífero freático, ao longo de três transectos T1, T2 e T3 (Figura 1). Após o levantamento dos solos em topossequência e compartimentação da paisagem, perfis foram descritos e classificados (topo – meia encosta – sopé da encosta e base da Vereda) ao longo do transecto T1 (Tabela 1), segundo Santos et al. (2005) e o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013). As coletas foram realizadas em um período atípico de seca e ocorreram de julho a novembro de 2014, quando o aquífero freático estava baixo.

Os perfis de solos da topossequência foram classificados como: LATOSOLO VERMELHO Distrófico típico (LV), localizado na posição mais elevada da paisagem; LATOSOLO AMARELO Distrófico plintossólico (LA) à meia encosta; GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico (GXbd) e GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (GXvd), nas partes mais rebaixadas da vertente com solos de características glei e afloramento do freático, esses em ambientes hidromórficos (Figura 4).

**Figura 4 - Distribuição dos perfis associados ao transecto (T1)**

Fonte: Barbosa (2016). Elaboração: Glauber Stefan Barbosa.

Para a identificação da cobertura pedológica dos transectos T1, T2 e T3 foram realizados estudos bidimensionais das características morfológicas do solo. Para cada transecto foi preparado um perfil pedomorfológico (PP1, PP2 e PP3) que teve como base os perfis topográficos confeccionados a partir do modelo digital de elevação (DEM) com imagens Alos Palsar processadas com ferramentas presentes em Sistemas de Informação Geográfico (SIG) e pós-processadas no software *Global Mapper 17* para confecções dos perfis topográficos de elevação.

O perfil pedomorfológico 1 (PP1) foi preparado a partir das observações feitas em T1, sendo que 9 tradagens (P1 a P9) foram realizadas, totalizando 216 m de extensão. O perfil pedomorfológico 2 (PP2) contém dados de T2 com 14 tradagens (P12 a P26), totalizando 312,5 m de distância entre a tradagem inicial e a final. O perfil pedomorfológico 3 (PP3) possui 33 tradagens (P27 a 60) e tem 735 m de extensão, com base em T3. As tradagens foram feitas iniciando na área alagada da vereda e finalizaram na parte mais alta da paisagem, onde não há influência do aquífero freático. Cada tradagem foi conduzida até 1,00 m de profundidade, com retirada de material a cada 0,20 m, montando-se o perfil de coleta à superfície para tomada da cor úmida e posterior análise e avaliação da cor seca.

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

<b>Hor</b>	<b>Prof cm</b>	<b>Cor<sup>1</sup> (úmida)</b>	<b>Areia %</b>	<b>Argila %</b>	<b>Classe Textural</b>	<b>Estrutura<sup>2</sup></b>	<b>Consistência<sup>4</sup></b>		<b>Porosidade<sup>5</sup></b>	<b>Trans</b>
							<b>Úmida</b>	<b>Molhada</b>		
<b>P01 - GLEISSOLO HÁPLICO Ta Distrófico típico (GXvd)</b>										
A	0-12	gley 1 3/N	64,5	26,4	Faa	Mo e F, M, BS	MF	P e Pe	C, Me a G	Pl/Abp
ACg	12-24	gley 1 4/N	61,9	28,8	Faa	Mo a F, M, BS	LF	P e MPe	C, Me a G	Pl/Gr
Cg	24-40	gley 1 5/N	67,4	25,2	Faa	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.										
<b>P04 - GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico (GXbd)</b>										
A	0-20	2.5Y 5/2	74,2	20,9	Fa	F, M, G	LF	P e Pe	P	Pl/Gr
AC	20-32	2.5Y 6/2	67,5	25,9	Faa	Fr, Gr, P e BS	Fr	P e Pe	C e P	Pl/Abp
Cg1	32-55	2.5Y 7/2	65,3	27,5	Faa	Fr, Gr, P, BS	Fr	P e Pe	C, Me e P	Pl/Gr
Cg2	55-90	5YR 7/2	60,9	31,3	Faa	Fr, BS, BA, M	Fr	P e Pe	C, Me e P	Pl/Gr
Cg3	90-110	2.5Y 7/1	61,2	31,3	Faa	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.										
<b>P06 - LATOSSOLO AMARELO Distrófico plintossólico (LA)</b>										
A	0-29	7.5YR 3/3	71,5	22,5	Faa	Fr, Gr, P, BS	Fr	P, Pe	-	Pl/Abp
AB	29-42	7.5YR 4/3	68,3	25,8	Faa	Fr, Gr, P, BS	Fr	P, Pe	-	Pl/Gr
Bw1	42-65	7.5YR 5/6	63,8	29,8	Faa	Fr, Gr, P, BS	MF	P e Pe	-	Pl/Gr
Bw2	65-90	7.5YR 5/6	58,5	33,8	Faa	Fr, Gr, MP, BS	MF	P, Pe	M, G	Pl/Gr
Bw3	90-115	7.5YR 5/6	58,9	33,1	Faa	Fr, MP, BS	MF	P, Pe	M, G	Pl/Gr
Bw4	165-180	gley 16/10Y	59,6	32,9	Faa	BS	MF	P, Pe	-	-
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										
<b>P08 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (LV)</b>										
A	0-26	2.5YR 4/4	68,7	25,4	Faa	Fr, G, P	MF	P, Pe	C, P	Pl/Gr
Bw1	26-52	2.5YR 4/6	62,4	31,2	Faa	Fr, G, P, BS	MF	P, Pe	C, P	Pl/Gr
Bw2	52-95	2.5YR 4/6	57,9	34,8	Aa	Fr, BS, M	MF	P, Pe	M, G	Pl/Gr
Bw3	95-130	2.5YR 4/6	60,1	33,5	Faa	Fr, BS, M	MF	P, Pe	M, G	Pl/Gr
Bw4	130-145	2.5YR 4/6	60,6	32,7	Faa	Fr, BS, M	MF	P, Pe	M, G	-

<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-brunido-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-vermelhado (2,5YR 4/4), vermelho (2,5YR 4/6), vermelho (2,5YR 4/6), vermelho (2,5YR 4/6), vermelho (2,5YR 4/6); <sup>2</sup>**Mosqueado:** comuns pequenos distintos; <sup>3</sup>**Classe Textural:** Franco-argiloarenosa (Faa), Franco-arenosa (Fa); Argilo-arenosa (Aa); <sup>4</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>5</sup>**Consistência:** seca – não determinada; úmida - Frável (Fr), Muito frável (MF) e Ligeiramente firme (LF); molhada - Plástica (P) e Muito plástica (MP), Pegajosa (Pe) e Muito pegajosa (MPe); <sup>6</sup>**Porosidade:** quantidade - Poucos (P), Comuns (C) e Muitos (M); Tamanho - Pequenos (P), Médios (Me) e Grandes (G); **Hor**=Horizontes; **Prof**=Profundidade; **Areia**= 2-0,05 mm; **Argila**= <0,002 mm, **Trans**=transição entre horizontes: Pl=Plana; Gr=Gradual; Abp=Abrupta; Bw= Blatossólico (diagnóstico) Cg=horizonte glei (diagnóstico).

Fonte: Barbosa (2016). Elaboração: Glauber Stefan Barbosa.

As cores observadas foram descritas por meio do matiz (comprimento de onda e luz), do croma (intensidade da cor ou pureza em relação ao cinza) e do valor (brilho ou tonalidade) com base na carta de Munsell, cuja identificação baseia-se na percepção visual (Melville; Atkinson, 1985; Post et al., 1993). A cor úmida foi digitalmente transposta para os perfis pedomorfológicos (PP1, PP2 e PP3).

Duas sub-amostras de cada tradagem foram selecionadas: a superficial ( $\cong 0,00\text{-}0,20$  m) e a mais profunda ( $\cong 0,80\text{-}1,00$  m) para as amostras sem influência de água livre; e a de maior profundidade possível para as amostras sob a influência do freático (Tabelas 2, 3 e 4).

**Tabela 2** - Cor do solo e quantidade de Ferro (DCB) para os pontos amostrais do Perfil Pedomorfológico 1

Ponto amostral (tradagem)	Prof*	Cor (Munsell)	Cor Manual tec. IBGE	Cor (referência)	Qtd. Fe (DCB) ppm
P01	1	GLEY 1 3/N	Cinzento muito escuro		18
	2	GLEY 1 7/N	Cinzento-claro		15
P02	1	5Y 4/1	Cinzento-escuro		10
	2	GLEY 7/N	Cinzento-claro		50
P03	1	7,5Y 4/1	Cinzento-escuro		75
	2	5Y 7/1	Cinzento-claro		42,5
P04	1	5Y 4/1	Cinzento-escuro		150
	2	2,5Y 6/1	Cinzento		250
P05	1	7,5YR 4/1	Cinzento-escuro		330
	2	10YR 5/4	Bruno-amarelo		360
P06	1	7,5YR 3/4	Bruno-escuro		500
	2	7,5YR 4/6	Bruno-forte		600
P07	1	2,5YR 2,5/4	Bruno-escuro		725
	2	7,5YR 3/4	Bruno-escuro		875
P08	1	2,5YR 2,5/3	Bruno-avermelhado-escuro		917,5
	2	2,5YR 2,5/4	Bruno-avermelhado-escuro		1190

P09	1	2,5YR 3/4	Bruno-avermelhado-escuro		975
	2	2,5YR 3/4	Bruno-avermelhado-escuro		1175
P10	1	5YR 3/4	Bruno-avermelhado-escuro		946
	2	5YR 4/6	Bruno-amarelo		1183
P11	1	5YR 3/4	Bruno-avermelhado-escuro		946,2
	2	2,5YR 3/6	Vermelho-escuro		1184

Legenda: \*Profundidade: 1 = 0,00 a 0,20 e 2 = 0,80 a 1,00; Cor (Munsell) = Cor determinada segundo a carta de Munsell, Cor Manual Tec. IBGE= Cor descrita segundo IBGE, (2015); Cor (referência) = cores obtidas pelo RGB; Qtd. Fe<sub>(DCB)</sub> = Quantidade de ferro<sub>(DCB)</sub> em ppm.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2016) com base nas informações da carta Munsell, Manual técnico do IBGE (2015) e quantificação de Fe<sub>(DCB)</sub> em laboratório.

**Tabela 3 -** Cor do solo e quantidade de Ferro (DCB) para os pontos amostrais do Perfil Pedomorfológico 2

Ponto amostral (tradagem)	Prof*	Cor (Munsell)	Cor Manual tec. IBGE	Cor (referência)	Qtd. Fe (DCB) ppm
P12	1	5Y 2,5/1	Preto		45
	2	5Y2,5/1	Bruno-avermelhado		50
P13	1	5Y 2,5/1	Cinzento-muito-escuro		27
	2	5Y3/1	Cinzento muito escuro		47,4
P14	1	5Y 3/1	Cinzento-escuro		17,5
	2	7,5YR4/1	Cinzento-escuro		25
P15	1	2,5Y 6/3	Bruno-amarelo-claro		79,8
	2	5Y 7/2	Cinzento-claro		184,8
P16	1	7,5YR 4/1	Cinzento-escuro		82,2
	2	7,5YR 5/2	Bruno		84
P17	1	2,5Y 4/3	Bruno-oliváceo		154,8
	2	2,5Y 6/3	Bruno-amarelo-claro		186
P18	1	7,5YR 4/2	Bruno		250
	2	7,5YR 5/3	Bruno		240

P19	1	7.5YR 4/2	Bruno		325
	2	7.5YR 4/4	Bruno		475
P20	1	7.5YR 4/3	Bruno		450
	2	7.5YR 5/4	Bruno		575
P21	1	7.5YR 3/4	Bruno-escuro		550
	2	5YR 4/6	Vermelho-amarelado		625
P22	1	5YR 3/4	Bruno-avermelhado-escuro		575
	2	5YR 4/6	Vermelho-amarelado		800
P23	1	5YR 3/3	Bruno-avermelhado-escuro		625
	2	5YR 4/6	Vermelho-amarelado		800
P24	1	5YR 3/2	Bruno-escuro		725
	2	7,5YR 3/4	Bruno-escuro		900
P25	1	2.5YR 3/2	Bruno-avermelhado-escuro		700
	2	5YR 3/4	Bruno-avermelhado-escuro		925
P26	1	2.5YR 2.5/3	Vermelho-amarelado		700
	2	5YR 4/6	Vermelho-amarelado		900

Legenda: \*Profundidade: 1 = 0,00 a 0,20 e 2 = 0,80 a 1,00; Cor (Munsell) = Cor determinada segundo a carta de Munsell, Cor Manual Tec. IBGE= Cor descrita segundo IBGE, (2015); Cor (referência) = cores obtidas pelo RGB; Qtd. Fe<sub>(DCB)</sub> = Quantidade de ferro<sub>(DCB)</sub> em ppm.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2016) com base nas informações da carta Munsell, Manual técnico do IBGE (2015) e quantificação de Fe<sub>(DCB)</sub> em laboratório.

**Tabela 4 -** Cor do solo e quantidade de Ferro (DCB) para os pontos amostrais do Perfil Pedomorfológico 3

Ponto amostral (tradagem)	Prof*	Cor (Munsell)	Cor Manual tec. IBGE	Cor (referência)	Qtd. Fe <sub>(DCB)</sub> ppm
P27	1	5Y 3/1	Cinzento-muito-escuro		24
	2	5Y 3/1	Cinzento muito escuro		12,5
P28	1	2.5Y 2.5/1	Cinzento-escuro		12,5
	2	5YR 4/1	Cinzento-escuro		6,6
P29	1	10YR 3/1	Cinzento-claro		25
	2	5Y 7/1	Cinzento-claro		8,4

P30	1	5YR 4/1	Cinzento-escuro		0
	2	GLEY 1 7/N	Cinzento-claro		0
P31	1	2.5Y 4/1	Cinzento-escuro		1,2
	2	GLEY 1 7/10Y	Cinzento-esverdeado-claro		7,5
P32	1	2.5Y 5/1	Cinzento		17,5
	2	GLEY 1 7/10Y	Cinzento-esverdeado-claro		20
P33	1	5Y 4/1	Cinzento-escuro		10
	2	GLEY 1 7/N	Cinzento-claro		15
P34	1	5Y 4/1	Cinzento-escuro		2,5
	2	GLEY 1 7/10Y	Cinzento-esverdeado-claro		5
P35	1	5Y 3/1	Cinzento muito escuro		5
	2	GLEY 1 7/10Y	Cinzento-esverdeado-claro		7,5
P36	1	5Y 4/1	Cinzento-escuro		2,5
	2	GLEY 1 7/10Y	Cinzento-esverdeado-claro		5
P37	1	5Y 4/1	Cinzento-escuro		22,5
	2	GLEY 1 8/10Y	Cinzento-esverdeado-claro		27,5
P38	1	5Y 5/2	Cinzento-oliváceo		30
	2	5Y 7/2	Cinzento-claro		35
P39	1	5Y 4/1	Cinzento-escuro		65
	2	5Y 7/2	Cinzento-claro		72,5
P40	1	5Y 4/1	Cinzento-escuro		55
	2	5Y 7/2	Cinzento-claro		60
P41	1	5Y 4/1	Cinzento-escuro		20
	2	5Y 7/1	Cinzento-claro		46,8
P42	1	5Y 5/2	Cinzento-oliváceo		22,5
	2	5Y 7/2	Cinzento-claro		34,8
P43	1	5Y 4/1	Cinzento-escuro		25
	2	5Y 7/2	Cinzento-claro		57,6
P44	1	5Y 5/2	Cinzento-oliváceo		30
	2	5Y 8/2	Amarelo-claro-acinzentado		45,6
P45	1	5Y 6/2	Cinzento-oliváceo-claro		54,6
	2	5Y 7/2	Cinzento-claro		100,8
P46	1	5Y 6/2	Cinzento-oliváceo-claro		45
	2	5Y 7/2	Cinzento-claro		122,4

P47	1	5Y 5/3	Oliva		80
	2	5Y 7/2	Cinzeno-claro		123,6
P48	1	5Y 6/2	Cinzeno-oliváceo-claro		82,8
	2	5Y 6/3	Oliva-claro-acinzentado		128,4
P49	1	10YR 4/3	Bruno		135
	2	10YR 6/3	Bruno-claro-acinzentado		129,6
P50	1	10YR 4/2	Bruno-acinzentado-escuro		171
	2	10YR 6/4	Bruno-amarelado-claro		219,6
P51	1	10YR 3/3	Bruno-escuro		221,4
	2	10YR 6/6	Amarelo-brunado		299,4
P52	1	10YR 3/3	Bruno-escuro		257,5
	2	10YR 5/4	Bruno-amarelado		340,8
P53	1	10YR 4/4	Bruno-amarelado-escuro		332,5
	2	10YR 5/6	Bruno-amarelado		376,8
P54	1	10YR 3/4	Bruno-amarelado-escuro		450
	2	10YR 6/6	Amarelo-brunado		617,5
P55	1	10YR 3/4	Bruno-amarelado-escuro		565
	2	7.5YR 4/6	Bruno-forte		807,5
P56	1	7.5YR 4/4	Bruno		627,5
	2	7.5YR 4/6	Bruno-forte		902,5
P57	1	7.5YR 4/6	Bruno-forte		812,5
	2	7.5YR 4/6	Bruno-forte		1002,5
P58	1	7.5YR 3/4	Bruno-escuro		802,5
	2	7.5YR 4/6	Bruno-forte		970
P59	1	7.5YR 3/3	Bruno-escuro		947,5
	2	7.5YR 4/6	Bruno-forte		1060
P60	1	5YR 3/3	Bruno-avermelhado-escuro		957,5
	2	5YR 4/6	Vermelho-amarelado		1040

Legenda: \*Profundidade: 1 = 0,00 a 0,20 e 2 = 0,80 a 1,00; Cor (Munsell) = Cor determinada segundo a carta de Munsell, Cor Manual Tec. IBGE= Cor descrita segundo IBGE, (2015); Cor (referência) = cores obtidas pelo RGB; Qtd. Fe<sub>(DCB)</sub> = Quantidade de ferro<sub>(DCB)</sub> em ppm.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2016) com base nas informações da carta Munsell, Manual técnico do IBGE (2015) e quantificação de Fe<sub>(DCB)</sub> em laboratório.

Nessas amostras, o Fe livre foi determinado por meio de extração com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB) utilizando 2 gramas de solo moídos e peneirados (0,105 mm). Os teores de ferro solubilizados pelo DCB foram determinados por espectrometria de absorção atômica (Mehra; Jackson, 1960; Donagema, 2011).

Os dados de Fe<sub>(DCB)</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 validar os limites de preservação permanente nos compartimentos da paisagem identificados no campo (Pereira et al., 1996).

A técnica SMW 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 (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 respectivamente os desvios-padrão e os tamanhos amostrais dos grupos dos pontos estabelecidos nas janelas (Webster, 1973).

## Resultados e discussão

Nos transectos estudados, nota-se que o T1 apresenta maior declividade que os demais, com 3,2% em 216 m, fato que interfere na dinâmica da água em sub-superfície, mesmo com pequena variação na declividade (Figura 5a). O transecto T2 apresentou 9 m de amplitude 2,9% de declividade em 312,5 m (Figura 5b). O transecto T3 apresentou declividade de 1,9% em uma distância horizontal de 735 m (Figura 5c), revelando para os dois últimos transectos um relevo plano (Santos et al., 2013).

Desta forma, a linha tracejada em vermelho (Figura 5a, b e c) que une os pontos e os transectos (perfil longitudinal da superfície do relevo) servem de base para definir o limite na mudança da cor dos solos pelas cotas das distâncias numéricas, servindo como subsídio para a delimitação e conferindo-lhe um aumento na área de preservação. Contudo, em campo a cor seria suficiente para adequarmos a proposta.

As cores dos solos contribuem para indicar os limites a serem propostos para conservação e manutenção dos ambientes de solos mal drenados. Os perfis pedomorfológicos (Figuras 5a, b e c) mostram mudanças nas cores que vão de gleizadas ou acinzentadas para matizes amareladas e avermelhadas em que a superfície PP1 (Figura 5a), apresenta do P01 ao P05 matizes variando de GLEY 1 3/N (cinzento muito-escuro), a 5Y 4/1 e 7,5YR 4/1 (cinzento-escuro), e cores mais amareladas/ avermelhadas a partir de 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.

No PP2 (Figura 5b), a cor em superfície variou do primeiro ponto amostral (P12) de 5Y 2,5/1 (Preto) para 5Y 3/1(cinzento muito-escuro), chegando a 7,5YR 4/1(cinzento-escuro). Após o P17 tem-se uma mudança de cor que varia dos matizes 7,5YR 4/2 e 4/3 (bruno) a 7,5YR 3/4 (bruno-escuro) e nos últimos pontos amostrais (P25 e P26) chega a 5YR 3/4 (bruno-avermelhado-escuro) e 5YR 4/6 (vermelho-amarelado).

O PP3 (Figura 5c) mostra variação de cor entre os matizes 5Y 3/1 (cinzento-muito- escuro) e 5YR 4/1 (cinzento-escuro) do P27 ao P44, do P45 ao P48 a matiz passa de 5Y 7/1 para 7/2 (cinzento-claro) e 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.

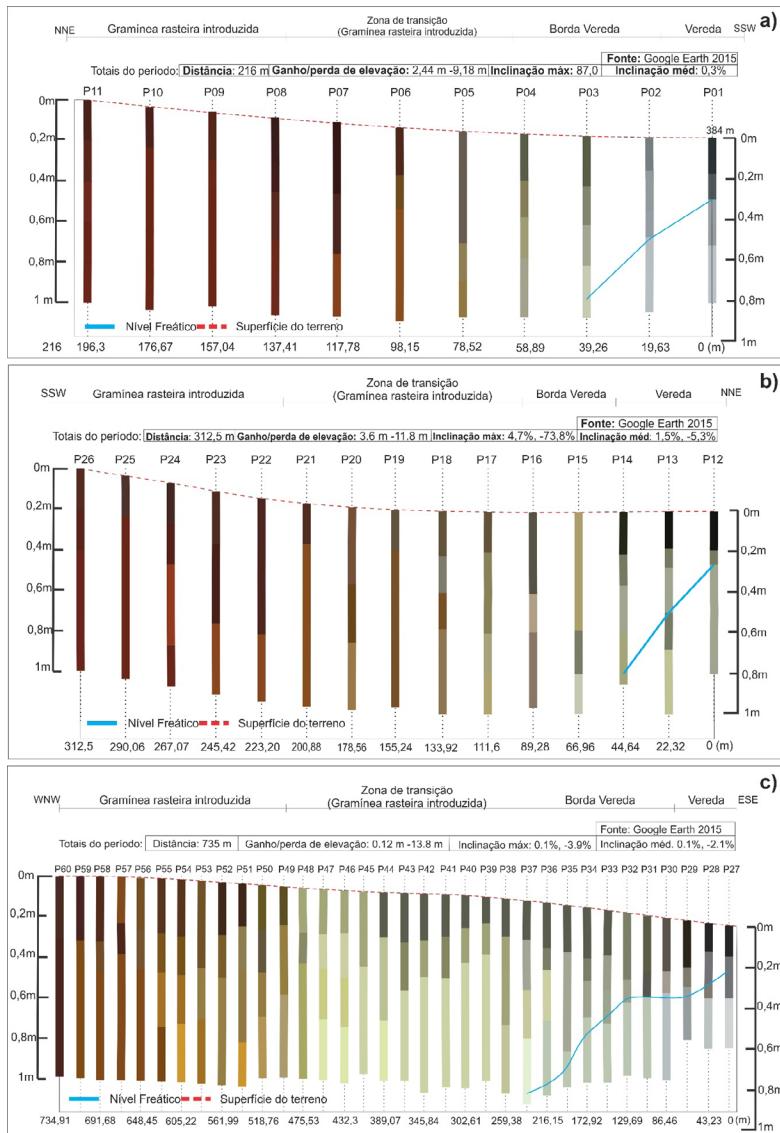
A mudança na coloração do solo ocorre em superfície para o PP1 com aproximadamente 88,0 m de distância. Do início do T1 (Figura 5a) para o PP2 esta mudança nas cores ocorre com 89,0 m de distância do início do T2 (Figura 5b). Já para o PP3, a mudança ocorre, em superfície, com 480,0 m de distância do primeiro ponto amostral do T3 (Figura 5c).

Nota-se que a distância do primeiro ponto amostral, em relação aos pontos onde as cores do solo mudam, é semelhante às distâncias observadas na superfície, ou seja, no PP1 aos 98,0 m, no PP2 aos 111,6 m e no PP3 aos 490,0 m de distância na profundidade de 0,80 a 1,0 m, em que a influência do aquífero freático se fez presente em sub-superfície (Figuras 5a, b e c).

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 5a), 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 0,20 a 1,00 m as cores obtidas foram 5Y com valor e croma entre 5/1, 6/1 e 7/2 (Figura 5b), e do P27 ao P37, em profundidades de 0,20 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 5c).

Esta situação de campo permite presumir que as cores observadas, em pontos com presença de água livre em profundidade, indicam um ambiente redutor como já citadas por diversos autores (Akpan-Idiok; Esu, 2013; Campos et al., 2003; Childs, 1981; Fitzpatrick et al., 2003; Couto; Oliveira, 2010; Coringa et al., 2012; Oliveira et al.; 1992; Santos et al., 2013), validando assim os pontos de mudanças de cor em superfície como sendo indicadores dos limites da área sob influência de água.

Desta forma, a cor do solo localizada nesses pontos onde a água se faz presente durante tempo suficiente para o desenvolvimento de horizontes gleizados é indicadora dos limites da vereda, portanto, pode ser tomada como referência para indicação de água e hidromorfia no ambiente.

**Figura 5 - Perfis pedomorfológicos (PP) e indicação dos pontos amostrais**

Legenda: a) PP1 sentido nor-noroeste pontos P1 a P11, b) PP2 sentido su-sudoeste, pontos 12 a 26 e c) PP3-sentido oés-noroeste, pontos 27 a 60.

Fonte: Barbosa (2016). Elaboração: Glauber Stefan Barbosa.

A coloração acinzentada do solo está relaciona ao processo de redução dos solos onde a presença de água e a falta de oxidação caracterizam os ambientes das veredas como hidromórficos/redutores. Nesses ambientes, ocorre o processo de gleização, que produz solos com matizes variando de 5Y a 5BY, croma igual a 1, não ocorrendo a oxidação do ferro (Akpan-Idiok; Esu, 2013; Campos et al., 2003; Childs, 1981; Couto; Oliveira, 2010; Coringa et al., 2012; Fitzpatrick et al., 2003; Oliveira et al., 1992).

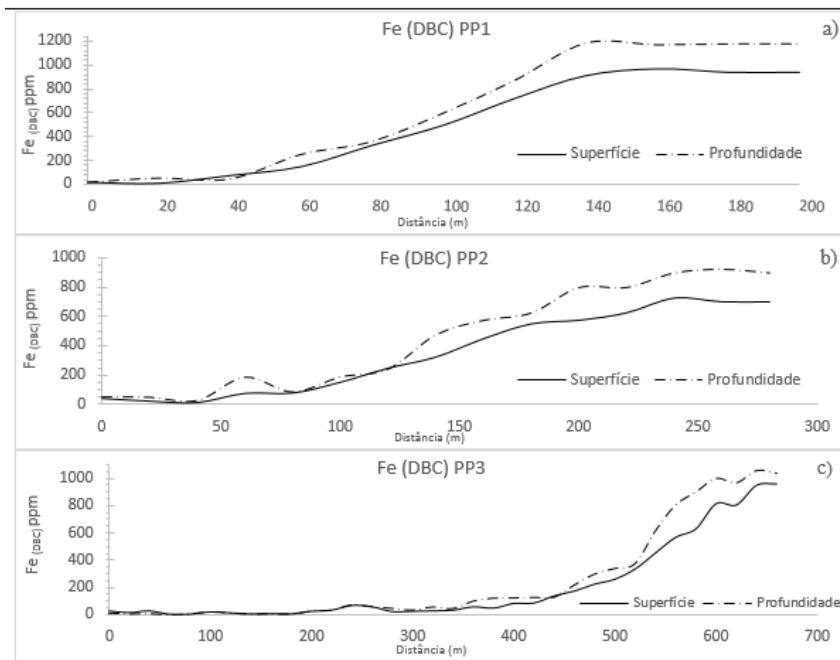
O horizonte glei, típico deste ambiente de veredas, é caracterizado como um ambiente alagadiço promotor da redução do ferro devido à presença permanente de água (McLatchey; Reddy, 1998; Willett, 1991), processo evidenciado por cores neutras com ou sem mosqueados.

Estes horizontes geralmente são influenciados pela presença do aquífero freático e pela umidade, livre de oxidação devido a saturação por água, em parte do ano ou em sua totalidade, apresentando assim cromas baixos e cores neutras como as acinzentadas e garante em acordo com Santos et al. (2013), a formação de horizontes glei, cujas cores são utilizadas para caracterização dos mesmos para fins de classificação.

As mudanças na pigmentação do solo estão estritamente relacionadas aos óxidos de ferro presentes no solo; as cores avermelhadas (5R a 2,5 YR) remetem à presença de hematitas e as amarelas e/ou bruno-amarelas (7,5YR a 2,5YR) à presença de goethita no solo (Torrent et al., 1980; Espírito Santo, 1988).

Pode-se então relacionar as variações da coloração do solo a processos de oxidação e redução do ferro no solo, o que confere a eles cores distintas de acordo com o pedoambiente em que se desenvolveram (Breemen; Buurman, 2002; Bouma et al., 1990; Vepraskas et al., 1993).

Associando-se então ao comportamento da cor do solo, nota-se que os teores de Fe extraídos com DCB ( $\text{Fe}_{\text{DCB}}$ ) (Figuras 6a, b e c) corroboram as observações feitas, uma vez que a extração do Fe pelo DCB (Mehra; Jackson, 1960) tem por finalidade remover principalmente o ferro sob a forma de óxido/hidróxido amorfo ou cristalino, sem alterar a estrutura do material.

**Figura 6 - Conteúdo de Fe (DCB); observado nos PP1 (a), PP2 (b) e PP3 (c)**

Fonte: Barbosa (2016). Elaboração: Glauber Stefan Barbosa.

Estas afirmativas podem ser reforçadas pelos teores de  $\text{Fe}_{(\text{DCB})}$  obtidos nos horizontes do solo encontrados abaixo 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 úmidos e apresentam quantidades de  $\text{Fe}_{(\text{DCB})}$  média de 36 ppm para o PP1, 41 ppm para PP2 e 10 ppm para o PP3 (Figuras 6a, b e c). Valores de  $\text{Fe}_{(\text{DCB})}$ , inferiores aos encontrados à superfície nos pontos em que ocorrem mudanças nas cores (330 ppm  $\text{Fe}_{(\text{DCB})}$  no P05, 82 ppm de  $\text{Fe}_{(\text{DCB})}$  no P16 e 83 ppm de  $\text{Fe}_{(\text{DCB})}$  no P48), porém muito abaixo dos valores encontrados em ambiente oxidante (Figuras 6a, b e c).

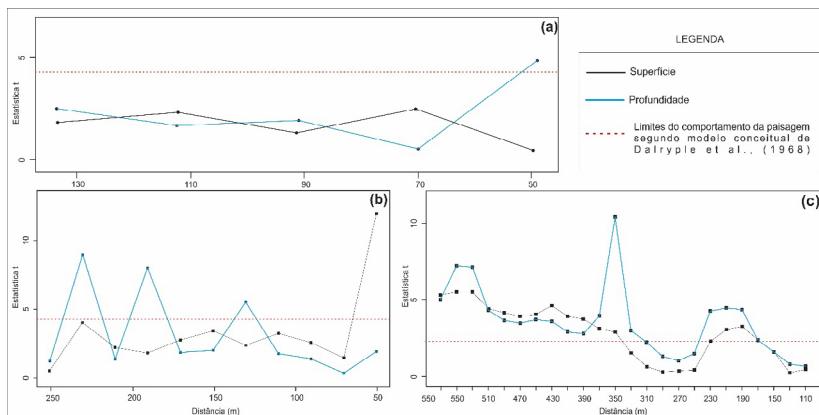
A pequena quantidade de ferro nas partes mais deprimidas e molhadas do terreno, comprovam processos de gleização ou hidromorfismo (Resende et al., 2002; Campos, et al., 2003, Santos et al., 2013), pois são influenciados pela presença constante ou parcial de água nesses ambientes. Contrapondo com as partes mais elevadas dos perfis pedomorfológicos

(P09, P10, P11, P24, P25, P26, P58, P59 e P60), há os 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, 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.

O Fe<sub>(DCB)</sub> encontrado nos pontos em que o solo está influenciado pela presença de água pode ser tomado como parâmetro de referência para indicação dos locais onde a água se faz presente ao longo do ano e, dessa forma, contribuir como mais um elemento de referência para demarcação das áreas de preservação permanente no entorno da vereda.

Os dados de Fe<sub>(DCB)</sub> avaliados estatisticamente pela técnica SMW permitiu a estratificação dos perfis pedomorfológicos. Nessa análise, foram indicadas as distâncias de 50,0 m no PP1 (Figura 7a), 50,0 e 125,0 m no PP2 (Figura 7b) e, 200,0 e 350,0 m no PP3 (Figura 7c) como delimitadoras dos conteúdos de Fe, as quais podem ser tomadas como apreciáveis indicativos do ponto de mudança no pedoambiente. Essas observações mostram a fragilidade do sistema quanto à sua preservação, posto que parte da área alagada é utilizada como pastagem e está inadequada a demarcação da APP. Por ser a cor do solo um atributo de fácil observação, ela poderia ser utilizada como referência para delimitar a vereda em estudo, a qual deveria ter 50 m de APP, conforme definido pela Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002, e Lei nº 12.727, Art. 4º de 2012 do Código Florestal Brasileiro.

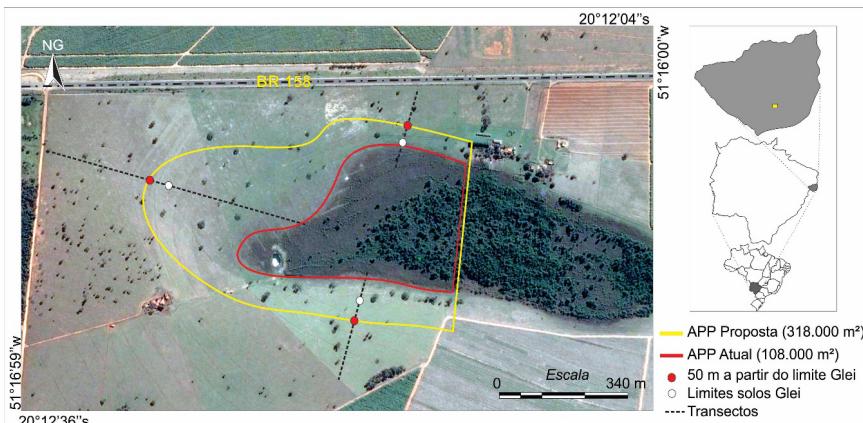
**Figura 7 - Análise SMW para Fe<sub>(DCB)</sub> no PP1 (a), PP2 (b) e PP3 (c)**



Fonte: Barbosa (2016). Elaboração: Glauber Stefan Barbosa.

Com base nos resultados obtidos, e utilizando as mudanças de cor como indicação do pedoambiente oxidante/redutor, a nova delimitação produziria uma ampliação significativa ( $210.000\text{ m}^2$ ) seguindo as cotas planialtimétricas dos pontos limites de solos glei, propondo uma delimitação visual da área de preservação permanente e suficiente para garantir o equilíbrio da dinâmica natural de seu ambiente (Figura 8).

**Figura 8 - Proposta de delimitação para áreas de preservação permanente da vereda**



Fonte: Barbosa (2016). Elaboração: Glauber Stefan Barbosa.

### Considerações finais

A utilização da coloração do solo se mostrou eficiente na delimitação do pedoambiente. 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 indicadas para delimitação do pedoambiente hidromórfico, além de cores de matiz cinzenta e croma igual a 1. Na área em estudo, 330 ppm de  $\text{Fe}_{(\text{DCB})}$  pode ser considerado delimitador do pedoambiente, pois foi o valor mais elevado encontrado sob condições alagadiças. A técnica estatística SMW foi útil na identificação dos pontos de mudança pedoambiental. A delimitação atual da APP no entorno da vereda está inadequada e precisa ser redefinida, o que significa, neste artigo, a ampliação de  $210.000\text{ m}^2$  de APP.

## Notas

1 Trabalho derivado da dissertação de mestrado intitulada Uso de atributos do solo na identificação de limites para preservação de Veredas no Mato Grosso do Sul, desenvolvida pelo primeiro autor em 2016 sob a orientação do segundo.

## Referências

- AB'SABER, N. A. Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1., 1971, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Edusp, 1971.
- AKPAN-IDIOK, A. U.; ESU, I. E. Morphology and Classification of Soils under Three Mangrove Types in the Cross River Estuary, Southeast Nigeria. *J. Agric. Biotecl. Ecol.*, China, v. 6, p. 15-25, 2013.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728, 2013.
- BARBOSA, G. S. O uso de atributos do solo na identificação de limites para a preservação de veredas no Mato Grosso do Sul. 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016.
- BISPO, F. H. A.; SILVA, A. C.; TORRADO, P. V. Highlands of the upper Jequitinhonha valley, MG, I – Characterization and classification. *Rev. Bras. Ci. Solo*, v. 35, p. 1069-80, 2011.
- BOAVENTURA, R. S. Contribuição aos estudos sobre a evolução das veredas. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 3., 1978, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: AGB/UFC, 1978.
- BOAVENTURA, R. S. Preservação de Veredas-síntese. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO: RELAÇÃO SER HUMANO/AMBIENTE, 2., 1988, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: FUMEC, 1988. p. 109-118.
- BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL F. X.; LUCA, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie. *Cah ORSTOM Ser Pédol*, v. 19, p. 167-181, 1982.
- BOUMA, J.; FOX, C. A.; MIEDEMA R. Micromorphology of Hydromorphic Soils: Applications for Soil Genesis and Land Evaluation. In: DOUGLAS, L. A. (Ed.). *Soil Micromorphology: a basic and applied science*. Amsterdam: Dev in Soil Sci, Elsevier, 1990. p. 257-279.
- BREEMEN, N. V.; BUURMAN, P. *Soil Formation*. 2. ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2002.
- CAMPOS, E. B.; LANI J. L.; RESENDE, M.; REZENDE, S. B. Indicadores de campo para solos hidromórficos na Região de Viçosa (MG). *Rev. Bras. Cien. Solo*, v. 27, p. 1057-1066, 2003.
- CAMPOS, C. E. B. Indicadores de campo para solos hidromórficos do planalto de Viçosa. 1999. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

CHILDS, C. W. Field tests for ferrous iron and ferric-organic complexes (on exchanges sites or in water-soluble forms) in soils. *Aust. J. Soil. Res.*, v. 19, p. 175-180, 1981.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 303/02, 20 de março de 2002. Dispõe sobre Parâmetros, Definições e Limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília: Diário Oficial da União, 2002.

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

COUTINHO, L. M. *O conceito de bioma*. *Acta Bot. Bras.*, v. 20, p. 13-23, 2006.

COUTO, E.; OLIVEIRA, V. The Soil Diversity of the Pantanal. In: JUNK W.; Da SILVA C. J. NUNES DA CUNHA, C.; WANTZEN, K.M (Ed.). *The Pantanal of Mato Grosso: Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonall wetland*. Sofia: Pensoft, 2010. p. 42-64.

DONAGEMA, K. G.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. Coordenadores. *Manual de métodos e análises de solo*. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2011.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B.; SEBAIO, F. A; ANTONINI, Y.; (Org.). *Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua conservação*. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: NOVAES PINTO, M. (Org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília: Universidade de Brasília, 1993. 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. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/327207>>. Acesso em: 18 maio 2016.

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. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

FERREIRA, I. M. Bioma Cerrado: caracterização do subsistema de Vereda. In: ENCONTRO REGIONAL DE GEOGRAFIA, 9., 2005, Porto Nacional. *Anais...* Porto Nacional, 2005. p.1-13.

FITZPATRICK, R. W.; COX, J. W.; MUNDAY, B.; BOURNE, J. Development of soil – landscape and vegetation indicators for managing waterlogged and saline catchments. *J. Exp. Agric. Australian*, v. 43, p. 245-252, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. *Manual Técnico de Pedologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2015. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=295017>>. Acesso em: 20 Out 2015

INDA JUNIOR, A. V.; KÄMPF, N. Avaliação de procedimentos de extração dos óxidos de ferro pedogênicos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio. *Rev. Bras. Ci. Solo*, v. 27, p. 1139-1147, 2003.

MCKEAGUE, J. A.; DAY, J. H. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. *J. Soil Sci.*, v. 46, p. 13-22, 1966.

MCLATCHY, G. P.; REDDY, K. R. Regulation of matter decomposition and nutrient release in a wetland soil. *J. Environ. Qual. Agric.*, 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. *Clay Clay Miner.*, v. 5, p. 317-327, 1960

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

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. *Classes gerais de solos do Brasil*: guia auxiliar para seu conhecimento. 2. ed. Jaboticabal: Fundação de estudos e pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 1992. 201 p.

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. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

POTT, V. J.; POTT, A. Buriti: *Mauritia flexuosa*: flora e fauna do Cerrado. Campo Grande: Embrapa; 2004. Disponível em: <<http://cloud.cnpq.embrapa.br/faunaeflora/plantas-uteis/buriti-mauritia-flexuosa/>>. Acesso em: 19 nov 2015.

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

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A. V. L.; FRANCISCO, J.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. (Coord.). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2013.

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R. M. Iron Oxides. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. (Ed.). *Minerals in environments*. 2a ed. Madison: Soil Science Society of America; 1989. p.380-427.

SEMAC. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, das Cidades, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia: Caderno Geoambiental das regiões de planejamento do Mato Grosso do Sul. Campo Grande: SEMAC; 2011. Disponível em: <<http://www.semac.ms.gov.br>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

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

VEPRASKAS, M. J.; WILDING, L. P.; DREES, L. R. Aquic conditions for soil taxonomy: concepts, soil morphology and micromorphology. *Dev in soil sci*, v. 22, p. 117-131, 1993.

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

WILLETT, I. R. Phosphorus dynamics in acidic soils that undergo alternate flooding and drying. In: DETURCK, P.; PONNAMPERUMA, F. N. (Ed.). *Rice production on acid soils of the tropics*. Sri Lanka: Institute of Fundamental Studies, 1991.

---

Glauber Stefan Barbosa – Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus Três Lagoas. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em agronomia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, campus Ilha Solteira. Atualmente, é doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina.  <https://orcid.org/0000-0002-0372-8879>

---

Kátia Luciene Maltoni – Engenheira de Agrimensura, Mestre e Doutora em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa, campus Viçosa. Atualmente, é professora Adjunto I na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, campus de Ilha solteira.  <https://orcid.org/0000-0001-6619-4504>

---

Alan Rodrigo Panosso – Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciência do Solo e Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal. Atualmente, é professor assistente no Departamento de Ciências Exatas da mesma universidade.  <https://orcid.org/0000-0001-9916-1696>

---

## Contribuição dos autores

Glauber Stefan Barbosa e Katia Luciene Maltoni foram responsáveis pela análise dos dados coletados no trabalho de campo e rotinas laboratoriais. As análises estatísticas foram feitas por Alan Rodrigo Panosso. Todos os autores ofereceram substanciais contribuições científicas e intelectuais ao estudo. A preparação, redação e revisão crítica do manuscrito foram desenvolvidas em grupo.

Recebido para publicação em 20 de março de 2019

Aceito para publicação em 14 de junho de 2019