

## Repositório Brasileiro Livre para Dados Abertos do Solo: Armazenamento, Padronização e Harmonização de Dados da Cor de Materiais do Solo

Alessandro Samuel-Rosa<sup>1</sup>, Taciara Zborowski Horst-Heinen<sup>2</sup>, Gabriel Pança Santos<sup>3</sup>

### Conceitos e definições

A cor do solo é uma qualidade relativa à percepção visual que os seres humanos têm do solo. Essa percepção é resultado da impressão que a luz refletida pelo solo produz nos olhos de quem o está observando. Logo, trata-se de uma qualidade perceptível apenas na presença de luz visível, seja ela proveniente de fontes artificiais ou naturais.

A luz visível corresponde aos comprimentos de onda entre cerca de 400 e 700 nm. Essa porção do espectro eletromagnético é popularmente conhecida como espectro óptico ou espectro do visível. Se ignorarmos os principais fatores intervenientes como imperfeições do olho ou cérebro do observador, condições do ambiente circunvizinho, intensidade da luz, e ângulo de incidência e visada, a cor do solo resulta da repartição diferencial dos comprimentos de onda da luz visível incidente entre os fenômenos de absorção, transmissão e reflexão. Essa repartição diferencial é fruto da maneira como os vários constituintes do solo interagem com a radiação eletromagnética. É a radiação presente nos comprimentos de onda do visível (fótons) que deixam a superfície do solo em maior quantidade, por reflexão ou, inclusive, emissão, que ditam a cor do solo.

### Métodos de determinação

Gabriel. Descrever o uso da caderneta de Munsell e a codificação usada. Triestímulo.

#### Munsell

As descrições morfológicas dos perfis de solo são fundamentais para a caracterização da composição física e química do solo, avaliando desde sua aparência, textura, cor e viscosidade. É possível, em campo, utilizando a carta de Munsell a determinação da cor do solo e em seguida seu código, localizado abaixo da cor comparada. Em posse das cores e seus respectivos códigos podemos traçar parâmetros para a identificação de minerais presentes assim como seu material de origem e possibilitando sua classificação taxonômica de perfis de solo.

Os códigos presentes na carta Munsell seguem o padrão do comprimento de onda do espectro visível pelo olho humano. A cartela possui uma simples construção que pode ser dividida em 3 eixos, dentro de um círculo, com uma base plana em um universo tridimensional, sendo-os:

- Z = valor: Representado pela intensidade da luz variando até sua total ausência.
- X = croma: Quanto mais próximo do centro, dentro do raio do círculo, sua variância de cor é alterada, sejam para uma maior saturação da cor ou não.
- Lateral que tangencia o círculo: Pode ser interpretado como uma segmentação, ou setorização das cores, representando uma escala numérica de 10 partes.

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Agronomia, Prolongamento da Rua Cerejeira, s/n, CEP 85892-000, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: [alessandrorosa@utfpr.edu.br](mailto:alessandrorosa@utfpr.edu.br).

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Avenida Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: [tacihorst@gmail.com](mailto:tacihorst@gmail.com).

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Bolsista de Iniciação Científica, Prolongamento da Rua Cerejeira, s/n, CEP 85892-000, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: [gabrielpanca@alunos.utfpr.edu.br](mailto:gabrielpanca@alunos.utfpr.edu.br).

A utilização da tabela Munsell pode, ao mesmo tempo, não apresentar uma alta taxa de confiabilidade já que possui, durante a descrição do perfil analisado, problemas que podem influenciar a sua validação. A iluminação, o próprio olho humano e também o equívoco, de alguma forma, do avaliador, são costumeiros problemas que podem influenciar na decodificação e sua confiabilidade.

- Munsell: 10YR 3/4 (vermelho-amarelo?)
- CIELAB???
- RGB:

### Sistemas triestímulos

Sistemas triestímulos são sistemas que traduzem as cores, oriundas das ondas presentes no espectro visível captado pelo olho humano, deste modo o sistema nomeia cada cor a diferindo por valores numéricos. Esse sistema se aproxima ao mais próximo possível do que é captado pelos cones, presentes na retina, que fazem a leitura das ondas do RGB, Red (vermelho), Green (verde), Blue (azul). Os valores triestímulos podem ser descritos como em um plano cartesiano com os seguintes eixos: X, Y e Z, semelhante à forma com que são reproduzidas por Munsell porém com algumas distinções. Os eixos X, Y e Z são calculados através da integração de suas ondas na curva de reflectância através de equações já pré-estabelecidas pela CIE (*Comission International on Illumination*), uma entidade sem fins lucrativos criada em 1913, sediada na Áustria, após desdobramento da CIF (Comissão Internacional de Fotometria, criada em 1900 em Zurique). Uma vez em posse das equações podemos transformar os dados coletados em  $L^*a^*b^*$  (criado pela CIE em 1976) ou Munsell.

Dentro dos princípios, que constituem a forma estrutural, do formato triestímulo, ferramentas como colorímetros e espectrorradiômetros são fundamentais. Seus resultados e capacidade na decodificação de cores possuem uma maior gama de precisão, ainda mais, se comparado ao método de análise pela cartela de Munsell. O princípio de funcionamento de um colorímetro e um espectrorradiômetro são semelhantes, porém, diferindo muito em sua construção. O colorímetro é constituído por uma luz (artificial ou não), a amostra a ser estudada e sensores que fazem a leitura de cores RGB (imitando os cones presentes no olho humano) e deste modo apresentam resultados em XYZ por meio de matrizes matemáticas. Contudo, cada valor do XYZ será correlacionado às cores RGB (vermelho, verde e azul). O espectrorradiômetro por sua vez é constituído de forma muito semelhante, porém a partir do momento que a luz é emitida, percorrendo até o objeto a ser estudado, sua reflectância é analisada por meio da exaltação dos íons presentes. O comprimento de onda é analisado por meio de sensores traduzindo cada “pico” deste espectro dessa análise, permitindo, deste modo, a sua análise em um gráfico com o seu comportamento espectral.

### **Fontes de variação**

### **Padronização**

O esquema padronizado de identificação e descrição de métodos de determinação da cor de materiais do solo utilizado no FEBR é apresentado na Tabela 1. Assim como para as demais

variáveis do solo, a codificação da nomenclatura de dados da cor de materiais do solo usa três níveis. Cada nível indica um aspecto essencial da determinação do valor da variável: o primeiro indica a própria variável; o segundo indica...; e o terceiro indica o método de determinação do valor da variável. São considerados dois materiais de solo (matriz e manchas), dois estados de umidade (úmido e seco) e duas condições mecânicas (amassada e triturada).

**Tabela 1.** Codificação da nomenclatura de dados da cor de materiais do solo no FEBR.

Código	Nível	Descrição	Complemento
munsell	1	Notação da cor de material de solo expressa utilizando a notação de Munsell® (matiz valor/croma).	-
umido	2	Determinada em amostra da matriz do solo em estado de umidade úmido e <b>condição mecânica original</b> .	-
seco	2	Determinada em amostra da matriz do solo em estado de umidade seco e <b>condição mecânica original</b> .	-
amassada	2	Determinada em amostra da matriz do solo em estado de umidade úmido e condição mecânica amassada.	-
triturada	2	Determinada em amostra da matriz do solo em estado de umidade seco e condição mecânica triturada.	-
mancha	2	Determinada em amostra de mancha do solo em estado de umidade úmido e <b>condição mecânica...</b>	-
carta	3	Identificada por comparação visual entre amostra do solo e caderneta de Munsell®.	Especificar se a determinação foi realizada em campo ou no laboratório.
colorímetro	3	É possível identificar a cor no sistema Munsell® usando o colorímetro? Ou é feito um procedimento de cálculo para transformação entre os espaços de cor?	
xxx	3		

Um exemplo de organização de dados da cor da matriz e manchas de um perfil de solo em uma tabela de banco de dados é apresentado na Tabela 2. Os dados são reais e foram obtidos da descrição morfológica de um perfil de solo classificado como Planossolo Nátrico Órtico vertissólico, localizado no município de Pacaraima, Roraima (Oliveira et al., 2018). A descrição morfológica dos horizontes e uma imagem do perfil podem ser consultados no [Anexo A](#).

**Tabela 2.** Organização tabular de dados da cor de materiais do solo.

<b>Horizonte</b>	munsell	munsell	munsell	munsell	munsell	munsell	munsell	munsell
	umido	umido	umido	umido	seco	mancha	mancha	mancha
	carta_1	carta_2	carta_3	carta_4	carta	carta_1	carta_2	carta_3
An	10YR 5/1	-	-	-	10YR 6/2	-	-	-
En	10YR 5/1	-	-	-	10YR 6/1	-	-	-
EBn	10YR 6/2	-	-	-	-	7.5YR 5/8	-	-
Btn	7.5YR 5/2	-	-	-	-	7.5YR 5/8	7.5YR 4/1	7.5YR 7/2
Btgn	7.5YR 6/2	7.5YR 5/2	-	-	-	-	-	-
Btgnv1	10YR 4/1	10YR 5/2	10YR 6/2	7.5YR 5/8	-	-	-	-
Btgnv2	10YR 4/1	10YR 5/2	10YR 4/2	7.5YR 5/6	-	-	-	-
2Cgn	10YR 6/2	10YR 7/2	-	-	-	10YR 6/8	-	-

Dentre os oito horizontes, quatro possuem matriz com duas ou mais cores (Btgn, Btgnv1, Btgnv2 e 2Cgn). Nestes, as cores da matriz ocupam áreas superficiais aproximadamente similares, com distribuição espacial muito complexa, que dificulta a identificação visual de uma cor dominante com credibilidade. Trata-se do padrão multicolorido intrincado conhecido como variegado.

### **Harmonização**

### **Agradecimentos**

- Aline Pacobahyba de Oliveira, Embrapa Solos.
- Glauber José Vaz, Embrapa Informática Agropecuária.

### **Bibliografia consultada**

Oliveira VÁ de, Vale Júnior JF do, Schaefer CEGR, Lumbreras JF, Coelho MR, Melo VF, Campos MCC, Corrêa GR, Calderano SB, Ker JC. Capítulo 2. Solos da XI Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos (RCC de Roraima). Guia de Campo da XI Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos: RCC de Roraima. 1. ed. Brasília, DF: EMBRAPA; 2018. p. 12-29.

## Anexo A

**Tabela A1.** Descrição morfológica do perfil de solo classificado como PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico vertissólico, textura média, A fraco, Ta, fase campo cerrado equatorial, relevo plano, município de Pacaraima, Roraima (Oliveira et al., 2018).

Horizonte	Descrição morfológica
An	0–8 cm; cinzento (10YR 5/1, úmido) e cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, seco); francossiltosa; fraca pequena blocos angulares e subangulares com aspecto maciço; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
En	8–15 cm (11–20 cm); cinzento (10YR 5/1, úmido) e cinzento (10YR 6/1, seco); francossiltosa; fraca pequena blocos subangulares e angulares com aspecto maciço; ligeiramente dura, muito friável, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e abrupta (3–12 cm).
EBn	15–19 cm (16–23 cm); cinzento-brunado-claro (10YR 6/2), mosqueado pouco a comum, médio e distinto, bruno-forte (7,5YR 5/8); francossiltosa; fraca pequena e média blocos subangulares e angulares com aspecto de maciço; ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara a abrupta (5–12 cm).
Btn	19–41 cm (38–44 cm); bruno (7,5YR 5/2), mosqueado pouco a comum, pequeno e médio, distinto, bruno-forte (7,5YR 5/8), e proeminente, cinzento escuro (7,5YR 4/1), e difuso, cinzento-rosado (7,5YR 7/2); francossiltosa; moderada a forte média a grande blocos angulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara (19–25 cm).
Btgn	41–63 cm; coloração variegada, composta de cinzento-rosado (7,5YR 6/2), cinzento-escuro (7,5YR 4/1) e bruno (7,5YR 5/2); franca; fraca a moderada pequena e média prismática e secundariamente moderada média blocos angulares; muito dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.
Btgnv1	63–83 cm; coloração variegada, composta de cinzento-escuro (10YR 4/1), bruno-acinzentado (10YR 5/2), cinzento-brunado-claro (10YR 6/2) e bruno-forte (7,5YR 5/8); francoargilosa; forte média prismática e secundariamente forte média blocos angulares; pouco a comuns slickensides; muito dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e gradual.
Btgnv2	83–104 cm; coloração variegada, composta de cinzento-escuro (10YR 4/1), bruno-acinzentado (10YR 5/2), bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2) e bruno-forte (7,5YR 5/6); franco-argilossiltosa; forte média prismática e secundariamente forte média blocos angulares; poucos a comuns slickensides; muito dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e abrupta.
2Cgn	104–120 cm+; cinzento-brunado-claro (10YR 6/2, úmido) e cinzento-claro (10YR 7/2, seco), mosqueado pouco, pequeno e distinto, amarelo-brunado (10YR 6/8); francossiltosa; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

**Figura A1.** Imagem do perfil de solo classificado como PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico vertissólico, textura média, A fraco, Ta, fase campo cerrado equatorial, relevo plano, município de Pacaraima, Roraima (Oliveira et al., 2018).





### Versão anterior

O esquema de codificação da variável *cor do solo* em uso atualmente no FEBR é mostrado na tabela 1. Assim como para as outras variáveis do solo, a codificação da *cor do solo* usa três níveis. Cada nível indica um aspecto essencial da determinação do valor da variável: o primeiro indica a própria variável; o segundo indica o método de preparo da amostra; e o terceiro indica o método de determinação do valor da variável. O esquema de codificação da *cor do solo* usado no FEBR está preparado para acomodar casos em que a mesma é determinada usando outros sistemas de cores. Um desses sistemas é o RGB, obtido utilizando câmeras digitais. Nesse caso, a cor de uma amostra úmida seria codificada como `cor_umida_rgb`.

Esse esquema de codificação da cor do solo não é capaz de acomodar a cor de mosqueados e variegados. Para fazê-lo, seria preciso criar um quarto nível de codificação, o que é indesejado. Como isso pode ser resolvido? Algumas alternativas são apresentadas a seguir—por favor, contribua:

1. Utilizar o mesmo esquema de codificação.
  - As cores dos mosqueados ou coloração variegada são adicionando às demais cores, na mesma célula da planilha eletrônica, separadas por ponto e vírgula, com a ordem das cores indicando sua participação relativa.
  - Exemplo: `cor_umida_munsell = [10YR 3/4; 5YR 4/4; 2.5YR 3/3]`, em que 10YR 3/4 é a cor da matriz do solo e 5YR 4/4 e 2.5YR 3/3 são cores de mosqueados.
  - Positivo:
    - Não exige alteração do esquema de codificação.
  - Negativo:
    - Não é boa prática armazenar mais do que um dado em uma única célula de uma planilha eletrônica.
    - Cria demanda específica de separação e identificação da variável nos algoritmos de processamento dos dados.
    - A matriz do solo pode ter duas ou mais cores em diferentes proporções (horizontes com material misturado).
2. Utilizar o mesmo esquema de codificação com índices de ocorrência.
  - As cores dos mosqueados ou coloração variegada são descritas adicionando novas colunas. Cada nova coluna é identificada usando um índice de ocorrência agregado ao código da variável, com a ordem do índice indicando a importância relativa da cor.
  - Exemplo: `cor_umida_munsell_1 = 10YR 3/4`, `cor_umida_munsell_2 = 5YR 4/4`, e `cor_umida_munsell_3 = 2.5YR 3/3`, em que `cor_umida_munsell_1` é a cor da matriz do solo e `cor_umida_munsell_2` e `cor_umida_munsell_3` são cores de mosqueados.
  - Positivo:
    - Garante que cada célula da planilha eletrônica contenha apenas um dado.
  - Negativo:
    - Gera alteração parcial do esquema de codificação.
    - Cria demanda específica de identificação da variável nos algoritmos de processamento dos dados.
    - A matriz do solo pode ter duas ou mais cores em diferentes proporções (horizontes com material misturado).
3. Estabelecer um novo esquema de codificação.

- Alguma sugestão?

**Tabela 1.** Codificação e descrição sugerida da cor de materiais do solo.

<b>Código</b>	<b>Descrição mínima</b>
cor_matriz_umido_munsell	Notação da cor de material de solo [cor]. Determinada na matriz do solo [matriz]. Amostra em estado de umidade úmido [umido]. Expressa utilizando a notação de Munsell® (matiz valor/croma) [munsell]. {A DETERMINAÇÃO FOI FEITA NO CAMPO OU EM LABORATÓRIO?}
cor_matriz_seco_munsell	Notação da cor de material de solo [cor]. Determinada na matriz do solo [matriz]. Amostra em estado de umidade seco [seco]. Expressa utilizando a notação de Munsell® (matiz valor/croma) [munsell]. {ESPECIFICAR SE A DETERMINAÇÃO FOI FEITA NO CAMPO OU EM LABORATÓRIO}
cor_matriz_amassada_munsell	Notação da cor de material de solo [cor]. Determinada na matriz do solo [matriz]. Amostra em estado de umidade úmido e condição mecânica amassada [amass]. Expressa utilizando a notação de Munsell® (matiz valor/croma) [munsell]. {ESPECIFICAR SE A DETERMINAÇÃO FOI FEITA NO CAMPO OU EM LABORATÓRIO}
cor_matriz_triturada_munsell	Notação da cor de material de solo [cor]. Determinada na matriz do solo [matriz]. Amostra em estado de umidade seco e condição mecânica triturada [tritu]. Expressa utilizando a notação de Munsell® (matiz valor/croma) [munsell]. {ESPECIFICAR SE A DETERMINAÇÃO FOI FEITA NO CAMPO OU EM LABORATÓRIO}
cor_mancha_umido_munsell	Notação da cor de material de solo [cor]. Determinada na mancha do solo [mancha]. Amostra em estado de umidade úmido [umido]. Expressa utilizando a notação de Munsell® (matiz valor/croma) [munsell]. {ESPECIFICAR SE A DETERMINAÇÃO FOI FEITA NO CAMPO OU EM LABORATÓRIO}
cor_matriz_variegado	Padrão de cor de material de solo [cor]. Determinado na matriz do solo [matriz].

Especificações da variável do solo ' \_\_\_\_\_ ' no FEBR.

Unidade de medida	Precisão numérica	Tipo de dado	Categoria da variável

Códigos descontinuados da variável do solo ' \_\_\_\_\_ ' no FEBR.

Código	Motivo
	Substituído por nova codificação
	Substituído por nova codificação