

Rio de Janeiro, RJ / Outubro, 2024

Níveis de referência do carbono orgânico no solo sob vegetação natural do estado de Mato Grosso do Sul

Ademir Fontana⁽¹⁾, Miryan Araújo de Lima Arco⁽²⁾, Angélicy Milena Vivian⁽³⁾, Andressa Rosas de Menezes⁽⁴⁾, Bruna Vieira Santos⁽⁵⁾ e Eliane de Paula Clemente⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. ⁽²⁾ Estudante de graduação da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. ⁽³⁾ Estudante de graduação da Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS. ⁽⁴⁾ Analista, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e Fundo de População das Nações Unidas, Rio de Janeiro, RJ. ⁽⁵⁾ Estudante de mestrado da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS. ⁽⁶⁾ Pesquisadora, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.



Resumo – A determinação do teor de carbono orgânico (C org) no solo está diretamente relacionada à avaliação da quantidade de matéria orgânica do solo (MOS), uma vez que o C org representa a maior parte da MOS. Por esse motivo, os níveis de referência de C org no solo são uma ferramenta de monitoramento da evolução, assim como de orientação para a definição do manejo e cultivo das terras. A obtenção e adoção de níveis de C org por classe de textura do solo, nas diferentes camadas e nos diferentes biomas, representa uma forma mais detalhada para aferição. Nesse sentido, os níveis de referência de C org podem ser aplicados como orientadores no estado de Mato Grosso do Sul, que tem por aspiração se tornar “Estado Carbono Neutro” até o ano de 2030. Com os teores de referência de C org, será possível avaliar a qualidade dos solos agrícolas ao estabelecer uma relação de causa-efeito das práticas de cultivo e manejo ao componente orgânico do solo, bem como definir padrões regionais com potencial de incremento de MOS.

Termos para indexação: matéria orgânica do solo; práticas de cultivo e manejo; qualidade do solo cultivado.

Reference levels of soil organic carbon under natural vegetation in the state of Mato Grosso do Sul

Abstract – The determination of soil organic carbon content (C org) is directly related to the assessment of the amount of soil organic matter (SOM), since C org represents the majority of SOM. For this reason, reference levels of C org in the soil are a tool for monitoring changes, as well as providing guidance for defining land management and cultivation. Obtaining and adopting C org levels for each soil texture class, in the different layers and in the different biomes, represents a more detailed approach to measurement. In this sense, the reference levels of C org can be applied as guidelines in the state of Mato Grosso do Sul, which aspires to become a “Carbon Neutral State” by the year 2030. With the reference levels of C org, it will be possible to evaluate the quality of agricultural soils by establishing a cause-effect relationship between cultivation and management practices on the organic component of the soil, as well as defining regional standards with the potential to increase SOM.

Index terms: soil organic matter; cultivation and management practices; quality of the cultivated soil.

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024.
Jardim Botânico
Rio de Janeiro, RJ
CEP: 22460-000

www.embrapa.br/solos
www.embrapa.br/fale-conosco/

Comitê Local de Publicações

Presidente

Ana Paula Dias Turetta

Secretário-executivo

Marcos Antônio Nakayama

Membros

Bernadete da Conceição
Carvalho Gomes Pedreira, David
Vilas Boas de Campos, Evaldo
de Paiva Lima, Helga Restum
Hissa, José Francisco Lumberas,
Joyce Maria Guimarães Monteiro,
Lucia Raquel Queiroz Pereira da
Luz, Maurício Rizzato Coelho e
Wenceslau Gerales Teixeira

Edição executiva

Marcos Antônio Nakayama

Normalização bibliográfica

Luciana Sampaio de Araujo

(CRB 7/5165)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Alexandre Abrantes Cotta de Mello

Publicação digital: PDF

Todos os direitos
reservados à Embrapa.

Introdução

O solo é um sumidouro de carbono (C), estocando em formas orgânicas estáveis o C proveniente do CO₂ atmosférico que foi fixado pelas plantas nos resíduos da parte aérea e raízes. Por esta capacidade intrínseca de acumular C, os sistemas agropecuários podem favorecer o aporte e a conservação da matéria orgânica do solo (MOS), contribuindo para a adaptação às mudanças climáticas e para os mecanismos de compensação que precificam este C por boas práticas adotadas pelos produtores.

Nesse sentido, em muitas avaliações, faz-se a comparação dos teores de C de áreas cultivadas em relação às áreas de vegetação natural ou de referência em cada bioma. O uso dos teores de C do solo como indicador para o monitoramento das mudanças proporcionadas pelo cultivo nos estoques da MOS em solos cultivados se deve à sensibilidade da fração ou dos componentes orgânicos às ações impostas pelos diferentes manejos e sistemas ou arranjos de cultivo.

Notadamente, os padrões de C que contemplam os diversos tipos de solos podem ser obtidos em cada camada e nas diferentes classes de textura e biomas, ou ainda, aquelas que avaliam pela variação da altitude, precipitação e drenagem. Nesse sentido, considerando que no Brasil em cada bioma há diferentes fitofisionomias, são esperados diferentes padrões e magnitudes dos teores de C no solo.

A avaliação dos níveis do componente orgânico para monitoramento da qualidade do solo já ocorre na Austrália, ao nível de tipo de cultivo, por exemplo, para as vinícolas em diferentes classes de textura e na camada de 0 a 20 cm para a MOS (VitiNates, 2006). No Brasil, são generalizados os níveis do carbono orgânico (C org) ou da MOS que permitem avaliar de forma qualitativa os diferentes solos e biomas (Tomé Júnior, 1997) ou como a proposta do bioma Cerrado, por classe de textura na camada de 0 a 20 cm (Sousa; Lobato, 2004).

Para o estado de Mato Grosso do Sul, que busca se tornar “Estado Carbono Neutro” até o ano de 2030, o monitoramento prevê a quantificação do C no solo, especialmente, dos cultivos agrícolas que praticam as tecnologias previstas no Plano ABC (Brasil, 2012, 2021). Para isso, os níveis de referência do C no solo servem para aferição e, sobretudo, para orientar os produtores quanto à qualidade do manejo praticado, assim como para a avaliação da capacidade dos sistemas ou arranjos produtivos de incrementar a matéria orgânica do solo.

O trabalho tem por objetivo estabelecer níveis de referência do carbono orgânico (C org) no solo

sob vegetação natural dos biomas do estado de Mato Grosso do Sul.

Este trabalho atende ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, estipulado pelas Nações Unidas (ONU), mais especificamente à meta 2.4.1, que pretende garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos, por meio de políticas de pesquisa, de assistência técnica e extensão rural, entre outras.

Material e métodos

Levantamento e organização dos dados em perfis de solo

Foram buscados dados de granulometria (areia, silte e argila) e carbono orgânico (C org) de horizontes em perfis de solo sob vegetação natural dos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal que ocorrem no estado do Mato Grosso do Sul. Os dados foram obtidos do Sistema de Informação de Solos Brasileiros – BDSOLOS (Embrapa, 2022) e de diversos trabalhos publicados como resumos, artigos ou relatórios.

Foram compilados dados de areia, silte e argila e carbono orgânico (C org) de 169 pontos sob vegetação natural do bioma Cerrado, 66 pontos sob vegetação natural do bioma Mata Atlântica e 91 pontos sob vegetação natural do bioma Pantanal. Nesses biomas, as classes de solos são diferenciadas entre os biomas (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de solos predominantes sob vegetação natural dos biomas no estado de Mato Grosso do Sul.

Bioma	Classe de Solo ⁽¹⁾
Cerrado	Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos; Neossolos Quartzarênicos; Nitossolos Vermelhos; Argissolos Vermelhos e vermelho-Amarelos; Planossolos Nátricos e Háplicos; Chernossolo Argilúvico.
Mata Atlântica	Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos; Neossolos Quartzarênicos; Cambissolos Háplicos.
Pantanal	Neossolos Quartzarênicos e Regolíticos; Planossolos Nátricos e Háplicos; Espodossolos Humilúvicos; Chernossolos Háplicos; Vertissolos Háplicos; Gleissolos Háplicos

⁽¹⁾ Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS
Fonte: Santos et al. (2018).

Os teores de C org são obtidos pelo método de oxidação por via úmida proposto por Walkley; Black (1934) e também pelo método de Walkley & Black modificado (WB modificado) em função da adição de uma fonte de calor externa ao método (Fontana; Campos, 2017). Caso se tenha determinado o C org por métodos similares ou adaptações, deve-se obter a correspondência por fatores ou mesmo funções/equações de predição previamente calibradas e validadas.

Os teores de C org, na maioria dos laboratórios comerciais brasileiros, são obtidos em base gravimétrica ou massa (g kg⁻¹). Quando a determinação ocorreu em base volumétrica, deve-se obter a correspondência seguindo as orientações previstas em Cordeiro et al. (2020). No caso de dispor da informação do teor de matéria orgânica, a conversão é obtida dividindo por 1,724 para obter o C org.

Uma planilha de cada bioma foi organizada por horizontes de acordo com a profundidade inicial e final. Foi efetuada a checagem dos teores das frações granulométricas, sendo o somatório de 1.000 g kg⁻¹. Dados de C org inferiores a 1,0 g kg⁻¹ foram revisados nos trabalhos originais.

Foram obtidos os dados dos horizontes minerais superficiais (A) e subsuperficiais (B, C, F e E), sendo excluídos os horizontes com ausência dos valores de C org e granulometria, além dos horizontes orgânicos (O e H) (teor de C org ≥ 80,0 g kg⁻¹).

A condição natural foi estabelecida de acordo com as classes de vegetação Floresta e Formação Natural não Florestal (MapBiomass, 2021). Quando descrito sob capoeira e sem uso, optou-se pela definição como Vegetação Natural. Na ausência do bioma como informação do perfil de solo, foi obtido a partir da localização do perfil ou município conforme a delimitação dos biomas brasileiros (IBGE, 2019). Dados de municípios em posição de “ecótono” foram considerados em ambos os biomas.

A partir dos teores das frações granulométricas foi obtido o grupo textural (Tabela 2), conforme descrito no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (Santos et al., 2018). Valores expressos em % foram multiplicados por 10 para serem convertidos a g kg⁻¹.

Adequação dos dados (horizontes para camadas)

Originalmente, os dados dos atributos foram determinados em amostras de solo coletadas nos horizontes genéticos (definidos por características morfológicas – cor, estrutura e consistência) com espessuras variadas.

Tabela 2. Teores das frações granulométricas para obtenção dos grupamentos texturais.

Classe textural	Areia Total	Argila	Areia Total - Argila
	(g kg ⁻¹)		
Arenosa	–	–	> 700
Média	> 150	< 350	–
Argilosa	–	≥ 350 ≤ 600	–
Muito Argilosa	–	> 600	–
Siltosa	≤ 150	< 350	–

Traço(–): informação não aplicável.

Dessa forma, foram definidas como camadas padrão: 0–10; 10–20; 20–30; 30–40; 0–20 e 20–40 cm. A adequação dos teores de C org, areia, silte e argila para as camadas foi realizada multiplicando o teor de cada atributo pela espessura do horizonte que contribui em cada camada e dividindo pela espessura total da camada de interesse (Equação 1).

$$C \text{ org ou Frações Granulométricas} = (\text{Atributo} \times EsHorX + \text{Atributo} \times EsHorXn) / EsTC$$

em que

EsHorX: espessura do horizonte que contribui para a camada de interesse (cm ou m);

EsTC: espessura total da camada de interesse (cm ou m).

Análise dos dados

Os dados foram avaliados quanto à consistência pela dispersão dos valores para os teores máximos e mínimos de argila e de C org e valores de máximo e mínimo.

Na sequência, foram obtidas as correlações entre a argila e o C org, as medidas de tendência central (média, mediana, moda) em cada camada e por agrupamento da classe textural (arenosa, média, argilosa, muito argilosa e siltosa).

Estabelecimento dos níveis de referência

Foram definidos níveis de C org nas classes de textura arenosa, média e argilosa + muito argilosa, exceto na siltosa por insuficiência de dados. A decisão de juntar os dados das classes de textura argilosa e muito argilosa foi tomada a partir da semelhança dos valores quando obtidos por cada classe separadamente.

As categorias com níveis de C org (baixo, médio e alto) em cada camada e classe textural foram

estabelecidas da seguinte forma: 1) limite do nível baixo: valor da mediana diminuído de metade do valor da mediana; 2) limite do nível alto: valor da mediana somado de metade do valor da mediana e 3) limite do nível médio: valores entre o limite do nível baixo e alto.

Todos os valores limites dos níveis foram arredondados sem casa decimal, considerando para cima os teores com valor decimal de 0,5 ou mais (5,5 em diante para 6,0).

Resultados e discussão

Na avaliação dos dados, os valores dos coeficientes de correlação entre a argila e o C org são, em geral, superiores a 0,50 (Tabela 3). Exceto no bioma Pantanal, onde os valores são inferiores a 0,50 e menores nas camadas mais profundas.

No Cerrado, os teores de C org estão correlacionados aos teores de argila com valores dos coeficientes entre 0,54 a 0,61 (Tabela 3); na Mata Atlântica, com valores entre 0,50 e 0,66; e no Pantanal,

com valores entre 0,32 a 0,47, no qual os menores valores ocorrem nas camadas mais profundas, de 20–30 e 30–40 cm.

Esse padrão diferenciado dos coeficientes de correlação entre a argila e o C org no Pantanal se deve à condição de acúmulo da matéria orgânica do solo ter menor dependência dos atributos do solo, onde o fator preponderante são as condições de deposição de sedimentos, o hidromorfismo sazonal e a vegetação graminoide em sua maior extensão.

Uma vez observada a correlação entre a argila e o C org, os teores limites dos níveis aumentam da textura arenosa para a argilosa + muito argilosa (Tabelas 4, 5 e 6). Contudo, padrões diferenciados ocorrem entre os biomas, sendo o aumento mais expressivo a partir da textura média no Pantanal e a partir da textura argilosa + muito argilosa no Cerrado e na Mata Atlântica.

Entre as camadas, os valores limites dos níveis diminuem com o aumento da profundidade, sendo mais expressivo a partir da camada de 10 a 20 cm. Ademais, os valores limites têm grande amplitude, sobretudo nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm.

Tabela 3. Valores da correlação entre a argila e carbono orgânico do solo sob vegetação natural dos biomas no estado de Mato Grosso do Sul.

Bioma	Camada (cm)					
	0–10	10–20	20–30	30–40	0–20	20–40
Cerrado	0,59	0,54	0,53	0,61	0,58	0,56
Mata Atlântica	0,56	0,50	0,64	0,66	0,54	0,66
Pantanal	0,47	0,44	0,32	0,37	0,43	0,34

Tabela 4. Níveis de carbono orgânico (g kg^{-1}) nas camadas (cm) e classes texturais do solo sob vegetação natural do bioma Cerrado no estado de Mato Grosso do Sul.

Nível	Camada (cm)					
	0–10	10–20	20–30	30–40	0–20	20–40
Arenosa						
Baixo	< 3,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0
Médio	3,0–9,0	2,0–6,0	1,0–4,0	1,0–3,0	2,0–7,0	1,0–4,0
Alto	> 9,0	> 6,0	> 4,0	> 3,0	> 7,0	> 4,0
Média						
Baixo	< 5,0	< 4,0	< 3,0	< 2,0	< 5,0	< 3,0
Médio	5,0–15,0	4,0–10,0	3,0–8,0	2,0–7,0	5,0–14,0	3,0–8,0
Alto	> 15,0	> 11,0	> 8,0	> 7,0	> 14,0	> 8,0
Argilosa + Muito Argilosa						
Baixo	< 11,0	< 8,0	< 6,0	< 5,0	< 10,0	< 6,0
Médio	11,0–34,0	8,0–25,0	6,0–18,0	5,0–15,0	10,0–29,0	6,0–17,0
Alto	> 34,0	> 25,0	> 18,0	> 15,0	> 29,0	> 17,0

Tabela 5. Níveis de carbono orgânico (g kg^{-1}) nas camadas (cm) e classes texturais do solo sob vegetação natural do bioma Mata Atlântica no estado de Mato Grosso do Sul.

Nível	Camada (cm)					
	0–10	10–20	20–30	30–40	0–20	20–40
Arenosa						
Baixo	< 4,0	< 3,0	< 2,0	< 2,0	< 3,0	< 2,0
Médio	4,0–11,0	3,0–8,0	2,0–7,0	2,0–6,0	3,0–9,0	2,0–6,0
Alto	> 11,0	> 8,0	> 7,0	> 6,0	> 9,0	> 6,0
Média						
Baixo	< 5,0	< 3,0	< 2,0	< 2,0	< 3,0	< 2,0
Médio	5,0–15,0	3,0–9,0	2,0–7,0	2,0–7,0	3,0–10,0	2,0–7,0
Alto	> 15,0	> 9,0	> 7,0	> 7,0	> 10,0	> 7,0
Argilosa + Muito Argilosa						
Baixo	< 11,0	< 8,0	< 6,0	< 6,0	< 9,0	< 6,0
Médio	11,0–34,0	8,0–23,0	6,0–18,0	6,0–17,0	9,0–28,0	6,0–18,0
Alto	> 34,0	> 23,0	> 18,0	> 17,0	> 28,0	> 18,0

Tabela 6. Níveis de carbono orgânico (g kg^{-1}) nas camadas (cm) e classes texturais do solo sob vegetação natural do bioma Pantanal no estado de Mato Grosso do Sul.

Nível	Camada (cm)					
	0–10	10–20	20–30	30–40	0–20	20–40
Arenosa						
Baixo	< 3,0	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 2,0	< 1,0
Médio	3,0–8,0	2,0–4,0	1,0–3,0	1,0–2,0	2,0–6,0	1,0–3,0
Alto	> 8,0	> 4,0	< 3,0	< 2,0	> 6,0	< 3,0
Média						
Baixo	< 8,0	< 6,0	< 3,0	< 2,0	< 7,0	< 3,0
Médio	8,0–25,0	6,0–18,0	3,0–9,0	2,0–5,0	7,0–21,0	3,0–8,0
Alto	> 25,0	> 18,0	> 9,0	> 5,0	> 21,0	> 8,0
Argilosa + Muito Argilosa						
Baixo	< 9,0	< 9,0	< 5,0	< 4,0	< 9,0	< 5,0
Médio	9,0–27,0	9,0–26,0	5,0–16,0	4,0–12,0	9,0–27,0	5,0–16,0
Alto	> 27,0	> 26,0	> 16,0	> 12,0	> 27,0	> 16,0

Essa condição se deve à classificação generalizada da vegetação e exprime grande variação da produção primária de material orgânico ao contemplar diferentes fisionomias de cada bioma.

Quanto ao padrão em cada classe de textura, nos solos de textura arenosa, os teores limites dos níveis de C org em todas as camadas seguem a ordem do bioma Mata Atlântica > Cerrado > Pantanal; enquanto, para solos de textura média, a sequência

é Pantanal > Cerrado > Mata Atlântica; e para solos de textura argilosa + muito argilosa, Mata Atlântica = Cerrado > Pantanal.

Quanto à utilização de níveis de referência do componente orgânico na qualificação dos solos, na Austrália, ao nível de tipo de cultivo, por exemplo, para as vinícolas na camada de 0 a 20 cm, nos solos de textura arenosa, os teores de MOS são baixos quando inferiores a $9,0 \text{ g kg}^{-1}$

(5,2 g kg⁻¹ de C org) e, nos solos de textura média e argilosa, altos quando superiores a 34,0 g kg⁻¹ (19,7 g kg⁻¹ de C org) (VitiNotes, 2006).

No Brasil, são generalizados os níveis de C org ou MOS para avaliação qualitativa dos solos diante da análise de fertilidade (Tomé Júnior, 1997). Especificamente para o bioma Cerrado, Sousa e Lobato (2004) propõem, por classe de textura na camada de 0 a 20 cm, cujos teores são ligeiramente superiores.

Conclusões

O teor de C org apresentado na forma de categorias por classe textural é adequado para a avaliação quanto ao estado atual e ao potencial de acúmulo de matéria orgânica nos solos cultivados.

Os níveis de C org podem ser utilizados como orientadores para a avaliação e o monitoramento da influência das culturas, arranjos de culturas ou sistemas de cultivo e das práticas e/ou manejo com vista ao incremento de matéria orgânica nos solos cultivados.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do ensino, Ciência e Tecnologia do estado de Mato grosso do Sul (Fundect), chamada 071/2022 MS Carbono Neutro.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília, DF, 2012. 173 p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/as-suntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/publicacoes/download.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030)**: visão estratégica para um novo ciclo. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://www.sindiapi.com.br/uploads/repositorio/files/%5BABC+%5D_Projeto_Gra%20fico_%20Final_%5BPTBR%5D.pdf. Acesso em: 5 ago. 2024.
- CORDEIRO, F. R.; CESÁRIO, F. V.; FONTANA, A.; ANJOS, L. H. C. dos; CANTO, A. C. B. do; TEIXEIRA, W. G. Pedotransfer functions: the role of soil chemical properties units conversion for soil classification. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, e0190086, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20190>.
- EMBRAPA. **Sistema de Informação de Solos Brasileiros**: BdSolos. Disponível em: <http://www.bdso-los.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 5 set. 2022.
- FONTANA, A.; CAMPOS, D. V. B. de. Carbono orgânico. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. pt. 3, cap. 1, p. 360-367. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194453/1/Pt-3-Cap-1-Carbono-organico.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil - 1:250.000**. 2019. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/15842-biomass.html>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- MAPBIOMAS. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 7 abr. 2021.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 7 maio 2020.
- SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222588/1/Cerrado-Correcao-solo-adubacao-ed-02-8a-impressao-2017.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. [Guaíba]: Livraria e Editora Agropecuária, 1997. 247 p.
- VITINOTES. Adelaide: Cooperative Research Centre for Viticulture, 2006. Disponível em: <https://www.wineaustralia.com/getmedia/1070c82d-29a2-450a-bec1-011b3f1622a2/Soil-organic-carbon.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v. 37, n. 1, p. 29-38, Jan. 1934. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA