

Campo Grande, MS / Maio, 2026

Níveis de referência do carbono orgânico nos solos cultivados do bioma Caatinga

1ª Aproximação



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Corte
Ministério da Agricultura e Pecuária**

ISSN 1983-974X

Documentos 277

Maio, 2026

**Níveis de referência do carbono orgânico
nos solos cultivados do bioma Caatinga**

1ª Aproximação

*Ademir Fontana
Kassia Borges Guedes*

**Embrapa Gado de Corte
Campo Grande, MS
2026**

Embrapa Gado de Corte
Av. Rádio Maia, 830, Zona Rural
Campo Grande, MS, 79106-550
www.embrapa.br/gado-de-corte
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Alessandra Corallo Nicacio

Secretário-executivo

Rodrigo Carvalho Alva

Membros

Filipe Toscano de Brito Simoes Correa

Dalizia Montenário de Aguiar

Lenita Ramires dos Santos

Liana Jank

Rodiney de Arruda Mauro

Jacqueline Cavalcante Barros

Flábio Ribeiro de Araújo

Marcio Martinello Sanches

Guilherme Cunha Malafaia

Edição executiva

Rodrigo Carvalho Alva

Revisão de texto

Rodrigo Carvalho Alva

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Rodrigo Carvalho Alva

Foto da capa

Ademir Fontana

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Superintendência de Serviços Compartilhados

Fontana, Ademir.

Níveis de referência do carbono orgânico nos solos cultivados do bioma Caatinga : 1ª aproximação / Ademir Fontana, Kassia Borges Guedes. - Campo Grande, MS : Embrapa Gado de Corte, 2026.

PDF (9 p.). - (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X ; 277).

1. Caatinga. 2. Carbono orgânico. 3. Cobertura vegetal. 4. Granulometria. 5. Textura do solo. I. Fontana, Ademir. II. Guedes, Kassia Borges. III. Série.

Autores

Ademir Fontana

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

Kassia Borges Guedes

Zootecnista, mestranda em Zootecnia - Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS

Sumário

Apresentação	6
Introdução	7
Metodologia	7
Levantamento dos dados do solo e da cobertura vegetal	7
Determinação do carbono orgânico e das classes texturais do solo	8
Tabelas de referência	8
Considerações finais	8
Referências	9

Apresentação

A definição dos níveis de referência de carbono orgânico no solo propicia a aferição da quantidade de matéria orgânica do solo, e ainda, a possibilidade de inferência da qualidade do cultivo praticado e a avaliação do potencial de incremento de matéria orgânica.

Esses níveis tem potencial para serem aplicados em diversos programas, como as marcas-conceito Carne Carbono Neutro, Carne Baixo Carbono, dentre outras, em fase de desenvolvimento, como o Carbono Nativo, Bezerro Baixo Carbono, Leite Baixo Carbono e Grãos como Soja/Trigo/Milho e Sorgo Baixo Carbono.

Essa publicação contempla os níveis de referência de carbono orgânico por classes texturais dos

solos cultivados para o bioma Caatinga, uma vez que, não fora contemplado na publicação anterior com os demais biomas brasileiros.

A proposta representa a 1ª aproximação de níveis de referência de carbono orgânico no solo em condições de cultivo do bioma Caatinga e atende a camada de 0-20 cm. Tem como perspectivas a revisão e ampliação para outras camadas do solo, além de detalhamento do tipo de exploração agropecuária, como por exemplo, agricultura (lavoura temporária e lavoura permanente), pastagens, silvicultura e mosaico de usos como os sistemas integrados.

Atende ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima, mais especificamente à meta 13.2, que pretende integrar a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) às políticas e estratégias de planejamentos nacionais.

Introdução

A Caatinga é uma das maiores e diversificadas florestas tropicais sazonalmente secas, a qual permanece pouco estudada e protegida em comparação com as florestas tropicais e savanas adjacentes. A maior parte do seu território é coberta pela formação vegetal denominada "Caatinga", cujas espécies, tem características morfofisiológicas adaptadas ao estresse hídrico e às altas temperaturas (clima semi-árido), o que propicia baixa produção primária (Kill; Porto, 2019).

A ocupação das terras ocorreu com o uso da lenha como matriz energética, a qual foi intensificada a partir dos anos de 1970, quando a política do Governo Federal enfatizou a biomassa como fonte energética (carvão vegetal). No início dos anos 1990, cerca de 35% da energia primária consumida na Região Nordeste era proveniente dessa fonte (Riegelhaupt; Pareyn, 2010).

Entre as atividades agropecuárias, destaca-se o sistema tradicional de pousio, no qual uma área é desmatada, queimada e cultivada por certo período com milho, feijão, mandioca e legumes e, em seguida, abandonada, podendo ou não retornar o cultivo na mesma área em anos seguintes. Em geral, o tempo de cultivo é de 3 a 5 anos e depois fica em regeneração natural por um período de cerca de 10 anos, como função de restauração da fertilidade do solo, que por sua vez decorre do ingresso no solo de matéria orgânica derivada da biomassa vegetal (Kass; Somarriba, 1999; Tiessen et al., 2001; Kill; Porto, 2019).

Esse tipo de agricultura, embora em geral pouco produtiva, é tipicamente praticada com baixo uso de insumos e composta por mais de um cultivo na mesma área, incluindo muitas vezes a pecuária extensiva. As monoculturas costumam ser encontradas em sistemas produtivos altamente especializados e tecnificados e demandam altas quantidades de insumos para permanecerem economicamente viáveis (Kill; Porto, 2019).

Na pecuária, o destaque é a grande quantidade de caprinos e ovinos (Araújo Filho, 2013), sendo criados em manejo extensivo, utilizando a Caatinga como principal, senão única, fonte alimentar (Kill; Porto, 2019). Outra atividade que é praticada na região é a fruticultura irrigada, especialmente, no vale do rio São Francisco, que é responsável por grande desenvolvimento local e abastece tanto a demanda interna quanto a internacional (Menezes et al., 2008; Kill; Porto, 2019).

Como condição marcanteda região, ocorre ampla variação das formações geográficas, como depressões, chapadas, serras, tabuleiros, planaltos e bacias sedimentares. Com essa ampla variação, os solos em geral guardam maiores relações ao material de origem e com isso a grande variabilidade em curtas distancias, especialmente, do teor de matéria orgânica, da profundidade, composição química (nutrientes, sais, capacidade de troca catiônica), e física (granulometria), bem como da presença de pedras e rochas (Araújo Filho et al., 2017).

Metodologia

Levantamento dos dados do solo e da cobertura vegetal

Organização dos dados de solo

Para obter os dados de granulometria e carbono orgânico de solos do bioma Caatinga, foram realizadas pesquisas na "Web of Science" com as palavras chaves: Caatinga associado à matéria orgânica, carbono orgânico, solos cultivados, cultivos.

Definição da condição de uso do solo

Foram definidos os usos do solo com agricultura (cultivos anuais, semiperenes e perenes), sistemas integrados de lavoura-pecuária e pastagem (diversos manejos e intensidade de pastejo).

Adequação dos dados em horizontes para camadas do solo

Quando observado em mesmo ponto de coleta, diferentes espessuras, foi efetuada a adequação para a camada padrão de 0-20 cm (Fontana et al., 2024).

$$C_{org} \text{ ou Fração Granulométrica} = (\text{Atributo} \times \text{EsCamX} + \text{Atributo} \times \text{EsCamXn}) / \text{EsCT}$$

Onde: EsCamX: espessura da camada que contribui para a camada de interesse; EsCT: espessura total da camada de interesse.

Determinação do carbono orgânico e das classes texturais do solo

Carbono orgânico (C org)

O teor de C org foi obtido pelo método de oxidação por dicromato (via úmida) proposto por Walkley e Black (1934) ou por método modificado (Walkley e Black modificado), que incluiu a adição da fonte de calor externa (Fontana; Campos, 2017). Para maiores informações, buscar no Capítulo 1 de Fontana (2025).

Classes texturais

Foram obtidas as classes texturais: arenosa, média, argilosa, exceto a muito argilosa, e siltosa, por insuficiência de dados. Para maiores informações sobre as classes de textura buscar no Capítulo 1 de Fontana (2025).

Estabelecimento dos níveis de referência do carbono orgânico do solo

Os níveis de C org em cada classe textural com dados disponíveis e suficientes foram estabelecidos da seguinte forma (Fontana et al., 2024):

- **nível baixo:** valor da mediana diminuído de metade do valor da mediana;
- **nível alto:** valor da mediana somado de metade do valor da mediana;
- **nível médio:** entre os valores limites dos níveis baixo e alto.

Todos os valores limites dos níveis foram arredondados, considerando, para cima os teores com valor decimal de 0,5 ou mais (ex., 5,5 ou mais, o valor foi para 6,0).

Tabelas de referência

Os teores de C org aumentam em detrimento aos teores de argila em uma tendência linear e positiva de 0,72 (Figura 1). Com essa condição, destaca-se aos teores de C org a dependência do acúmulo e manutenção em função da composição granulométrica, uma vez que aumenta no sentido dos maiores teores de argila.

Para os valores do C org, é notória a baixa amplitude, a qual se deve especialmente às condições restritas tanto da baixa oferta de resíduos orgânicos,

bem como, da humificação para a manutenção da matéria orgânica nos solos em condições de clima semi-árido. Com essa condição, os valores de C org estão entre 2,0 g kg⁻¹ para ao nível baixo na textura arenosa, até 20,0 g kg⁻¹ no nível alto na textura argilosa.

Para este bioma, assim como para o Pantanal, o qual é apresentado no trabalho de Fontana e Macedo (2025), não há valores de referência propostos para solos cultivados nos manuais de interpretação de análises de solo e/ou em qualquer outra publicação técnico-científica, o que reforça a importância do presente trabalho como primeira aproximação.

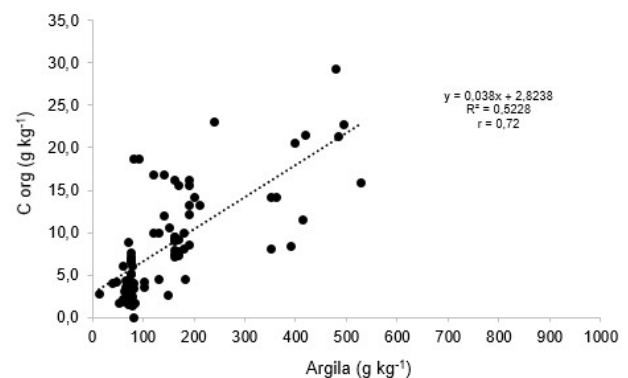


Figura 1. Relação entre os teores de C org e argila na camada de 0-20 cm do solo no bioma Caatinga.

Tabela 1. Níveis de C org (g kg⁻¹) na camada de 0-20 cm e classes texturais no solo cultivado do bioma Caatinga.

Textura	Baixo	Médio	Alto
Arenosa	< 2,0	2,0-7,0	> 7,0
Média	< 5,0	5,0-15,0	> 15,0
Argilosa	< 7,0	7,0-20,0	> 20,0

Valores obtidos em % multiplicar por 10 para obter em g kg⁻¹. Ler o Capítulo 1 de Fontana et al. (2025) devido à variação dos métodos.

Considerações finais

Os níveis de referência de carbono orgânico nos solos cultivados da Caatinga mostram-se de baixa amplitude, o que reflete as condições restritivas de deficit hídrico (clima semi-árido), que interfere na deposição de resíduos orgânicos e na manutenção como matéria orgânica no solo.

Referências

- ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da Caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200 p.
- ARAUJO FILHO, J. C. de; RIBEIRO, M. R.; BURGOS, N.; MARQUES, F. A. Solos da Caatinga. In: CURTI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (ed.). **Pedologia: solos dos biomas brasileiros**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. cap. 5, p. 227-260.
- FONTANA, A. Análise de carbono orgânico, carbono total e granulometria do solo. In: FONTANA, A.; BALIEIRO, F. de C.; COSTA, F. de S.; CHAER, G. M.; MACEDO, M. C. M.; NEVERS, M. C.; PEREZ, N. B.; BECKER, R. S.; ALMEIDA, R. G. de. **Níveis de referência do carbono orgânico nos solos cultivados dos biomas brasileiros: 1ª aproximação**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2025. p. 8-12, cap. 1. (Documentos. Embrapa Gado de Corte, 324). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1182008/1/Niveis-referencia-carbono-organico-2025.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2026.
- FONTANA, A.; ARCO, M. A. de L.; VIVIAN, A. M.; MENEZES, A. R. de; SANTOS, B. V.; CLEMENTE, E. de P. **Níveis de referência do carbono orgânico no solo sob vegetação natural do estado de Mato Grosso do Sul**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2024. 7 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Embrapa Solos, 289). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1168927/1/CNPS-BPD-289-2024.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2026.
- 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: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1107196/1/Pt3Cap1Carbonoorganico.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- FONTANA, A.; MACEDO, M. C. M. Níveis de referência do carbono orgânico nos solos cultivados do bioma Pantanal. In: FONTANA, A.; BALIEIRO, F. de C.; COSTA, F. de S.; CHAER, G. M.; MACEDO, M. C. M.; NEVERS, M. C.; PEREZ, N. B.; BECKER, R. S.; ALMEIDA, R. G. de. **Níveis de referência do carbono orgânico nos solos cultivados dos biomas brasileiros: 1ª aproximação**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2025. p. 29-31, cap. 7. (Documentos. Embrapa Gado de Corte, 324).
- KASS, D. C. L.; SOMARRIBA, E. Traditional fallows in Latin America. **Agroforestry Systems**, v. 47, p. 13-36, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1006243903174>.
- KILL, L. H. P.; PORTO, D. D. Bioma Caatinga: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: VILELA, E. F.; CALLEGARO, G. M.; FERNANDES, G. W. (org.). **Biomas e agricultura: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciência; Belo Horizonte: FAPEMIG, 2019. p. 65-80.
- MENEZES, E. A.; SILVA, P. C. G. da; QUEIRÓZ, M. A. de; PORTO, E. R. O Semiárido tropical brasileiro. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (ed.). **Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 2, cap. 1, p. 359-374.
- RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão energética.. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília, DF: MMA: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 65-75.
- TIESSSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Organic matter turnover and management in low input agriculture of NE Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 61, p. 99-103, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1013384730492>.
- 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, 1934. DOI: <https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>.