

---

## ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS DE SOLOS DO CERRADO

### PHYSICAL-WATER ATTRIBUTES OF CERRADO SOILS

Carolina Carvalho Rocha Sena<sup>1</sup>; Gustavo Cassiano da Silva<sup>1</sup>; Zeuxis Rosa Evangelista<sup>1</sup>; Marcos Euzébio Nunes<sup>1</sup>; Adão Wagner Evangelista Pego<sup>2</sup>

---



**Resumo:** O cerrado é um dos principais biomas brasileiro. Compreendido em 17 classes, os solos do Cerrado, apresentam ocorrência heterogênea, sendo os Latossolos, Neossolos Quartzarênicos e Argissolos os que ocupam maior porcentagem de área. A região do Cerrado funciona como um reservatório de água, o qual contribui no abastecimento de importantes bacias brasileiras. A capacidade do solo de armazenar água e de propiciar que a planta expresse seu máximo potencial produtivo está condicionada a uma série de atributos, bem como porosidade, textura, estrutura, densidade, compactação, resistência mecânica a penetração, condutividade hidráulica, umidade e taxa de infiltração. E que por sua vez são dependentes, principalmente, do manejo da cadeia da agropecuária.

**Palavra-chave:** Bioma, porosidade, recursos hídricos.

**Abstrat:** The cerrado is one of the main Brazilian biomes. Included in 17 classes, the Cerrado soils, the occurrence of heterogeneous species, oxisols, quartzarenic neurosols and argisols, which occupy the largest percentage of area. A Cerrado region functions as a water reservoir, or as a contribution to the supply of important Brazilian basins. The capacity of the soil to store water and allow a plant to express its maximum product potential is conditioned by a series of attributes, as well as porosity, texture, structure, density, compaction, mechanical resistance to penetration, hydraulic conductivity, values and rates of infiltration. And that in turn are mainly dependent on the management of the agricultural chain.

**Key words:** Biome, porosity, water resources

---

<sup>1</sup> Doutorando em agronomia, Universidade Federal de Goiás, Câmpus Samambaia, Goiânia, Goiás.

<sup>2</sup> Docente, Universidade Federal de Goiás, Câmpus Samambaia, Goiânia, Goiás.

Recebido: 29/07/2020 – aceito: 04/01/2021

## INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia (OVERBECK et al., 2015), considerado um *hotspot* da biodiversidade global (STRASSBURG et al., 2017). Ocupa entre 22 a 25% do território nacional, abrangendo estados das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, apresentando uma rica biodiversidade, riquezas hídricas, faunística e florística (CAVALCANTE, 2018).

O Cerrado é formado por vegetação com fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Em seu domínio nascem rios que alimentam três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul, São Francisco, Araguaia-Tocantins e do Prata, além de estar inserido em 8 das 12 regiões hidrográficas (CAVALCANTE, 2018).

As características do solo que podem servir de parâmetros para sua qualificação físico-hídricas são: densidade, porosidade, resistência do solo a penetração mecânica e infiltração da água no solo. Essas características isoladas ou associadas podem influenciar o escoamento superficial e conseqüentemente as perdas de água e solo (CASTRO et al., 2012). O conhecimento dos atributos físico-hídricas de solos é uma importante ferramenta para

o seu manejo e o manejo de suas sub-bacias hidrográficas.

Esses parâmetros de qualidade, apesar de ter características inerentes do material de origem, também são variáveis, influenciadas principalmente pela ação antrópica como a expansão da pecuária, uso de maquinários e produtos químicos, exploração da água, construção de barragens e estradas; que levam a alterações físicas, químicas e biológicas do solo (SANO et al., 2008; SANTOS et al., 2016).

Em geral, o Latossolo Vermelho perde em qualidade físico-hídrica do solo, macroporosidade, capacidade de água disponível, saturação efetiva e condutividade hidráulica saturada nas camadas de 0-5 e 10-15 cm, em relação ao cerrado natural, em função do uso continuado do pastejo não reflete, praticamente, efeito algum nas camadas mais profundas do solo (40 a 80 cm) (BORGES et al., 2009).

O revolvimento excessivo e a falta de prática conservacionistas levam a um aumento da densidade, desagregação e perda da matéria orgânica, e diminuição da macroporosidade e da porosidade total, o que está diretamente ligado com a água disponível para as plantas (FONTANA et al., 2016; RIBEIRO et al., 2016).

## SOLO E VEGETAÇÃO DO CERRADO

Os principais solos do Cerrado são: Latossolos, cobrindo 45,7% da área, seguidas pelos Neossolos Quartzarênicos 15,2%, Argissolos 15,1%, Plintossolos 9,0%, Neossolos Litólicos 7,3%, e Gleissolos com 2,5% (SANO et al., 2008). Na Tabela 1 estão descritas as principais classes de solo encontradas no bioma

Cerrado por unidade federativa. Sendo que três classes de solos (Latossolo, Neossolo Quartzarênico e Argissolo) compreendem aproximadamente de 77% dos solos do bioma e as demais classes tem uma menor porcentagem de ocorrência e varia de região para região.

**Tabela 1.** Área (%) de diferentes classes de solo na região do Cerrado por unidade da Federação.

Classes de solo	Unidades da Federação (%)											
	BA	DF	CE	GO	MA	MG	MS	MT	PA	PI	RO	TO
<i>Latossolo</i>	3,08	0,2	0,03	10,53	2,2	11,39	5,27	9,42	0,1	3,34	0,2	2,89
<i>Neossolo Quartzarênico</i>	14,46	-	0,03	0,15	2,03	1,06	2,69	3,37	-	1,52	0,56	1,97
<i>Argissolo</i>	0,44	-	0,17	3,29	0,3	1,87	0,83	3,62	0,2	0,19	0,42	2,33
<i>Neossolo Litólico</i>	0,34	-	0,06	0,39	1,03	1,94	0,61	0,05	0,01	2,05	0,35	0,66
<i>Plintossolo</i>	-	-	-	0,4	-	-	0,28	2,75	0,17	0,12	-	1,69
<i>Cambissolo</i>	0,04	0,07	-	1,03	-	2,12	-	0,17	-	-	-	0,04
<i>Plintossolo Pétrico</i>	-	-	-	0,14	1,14	-	-	0,18	-	0,56	-	0,89
<i>Gleissolo</i>	0,12	-	-	0,31	0,03	-	0,05	0,58	0,02	0,02	0,02	0,46
<i>Nitossolo</i>	*	*	-	0,36	-	0,4	0,31	0,12	-	-	0,01	0,023
<i>Neossolo Regolítico</i>	-	-	-	-	-	-	0,41	-	-	-	-	-
<i>Planossolo</i>	-	-	0,06	-	*	-	0,22	-	-	*	-	-
<i>Chernossolo</i>	-	-	-	-	-	0,02	0,06	-	-	-	-	-
<i>Neossolo Flúvico</i>	-	-	-	-	0,02	0,01	*	-	-	0,04	-	-
<i>Vertissolo</i>	-	-	-	-	0,02	-	0,04	-	-	-	-	-
<i>Luvisolo</i>	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: SANO et al., 2008.

Várias espécies herbáceas, arbóreas e arbustivas caracterizam esse bioma, influenciadas pela variação da concentração da biomassa e da sazonalidade climática, o Cerrado possui fitofisionomias savânicas adaptadas aos solos com altos teores de

alumínio e distróficos (BASTOS e FERREIRA, 2012). Desse modo, as plantas, se especializaram com alterações fisiológicas e morfológicas como a redução da condutância estomática, o aprofundamento do sistema radicular que

levam a uma redução da perda excessiva de água, cerosidade foliar, e a deciduidade foliar para a sobrevivência nessa região (EVANGELISTA, 2016; OLIVEIRA et al., 2015).

## **ASPECTOS FÍSICO-HÍDRICOS E DRENAGEM NATURAL DE SOLOS DO CERRADO**

Um dos principais aspectos físicos dos solos do Cerrado são a sua elevada profundidade e porosidade, o que permite grande capacidade de infiltração da água, porém apesar do grande índice de infiltração, registra-se uma limitada capacidade de armazenamento de água. Em virtude dessa características e irregularidades pluviométricas é comum a ocorrência de valores mínimos de umidade mesmo em alguns períodos da estação considerada chuvosa (JUHÁSZ et al., 2006).

De forma semelhante, os arenitos tendem a armazenar grandes volumes de água devido a sua permeabilidade elevada. Essa permeabilidade é condicionada pelo tamanho dos poros dos materiais de origem arenosa, como no fato do arenito ser construído basicamente por grãos de quartzo, que são ionicamente inertes (EMBRAPA, 2018). Desse modo, a água pode circular livremente sem nenhuma força de adesão das superfícies das

partículas, como ocorre com os colóides de modo geral.

Embora, naturalmente os solos do Cerrado apresentam boas condições físicas que conferem alta infiltração (BONO et al., 2012), o manejo inadequado pode alterar essas propriedades, principalmente pela redução da macroporosidade e aumento da densidade (FONTANA et al., 2016).

## **CARACTERÍSTICAS E INDICADORES FÍSICO-HÍDRICOS DOS SOLOS DO CERRADO**

O Cerrado vem sofrendo com manejos inadequados na agricultura. O uso indiscriminado, principalmente com monoculturas e pastagens extensivas, tem levado à degradação dos solos no Cerrado e redução na qualidade físico-hídricos dos mesmos (VOLPE et al., 2008). Entretanto, esse panorama pode ser revertido com práticas de manejo como uso do sistema de plantio direto, rotação de culturas, que podem modificar as propriedades do solo e obter acúmulo de matéria orgânica, o que contribui para melhoria da qualidade do solo e das condições físico-hídricos (BRAIDA et al., 2006).

Uma forma de avaliar a qualidade do solo é o uso de indicadores, que permitem a avaliação da situação atual, identificar pontos críticos, possíveis impactos antes de uma intervenção, e também o monitoramento das atividades antrópicas,

para ajudar na determinação do uso sustentável (MELO FILHO et al., 2007). Entretanto, estudos relacionados à qualidade do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo são ainda escassos na literatura (FREITAS et al., 2012).

Aprimorando as qualidades físicas-hídricas (porosidade, textura, estrutura, densidade, compactação, resistência mecânica a penetração, condutividade hidráulica, umidade, taxa de infiltração) do solo indiretamente se se estará contribuindo para a melhoria das suas condições biológicas e químicas (MOTA et al., 2011).

### **Porosidade**

Os espaços responsáveis pela aeração, condução de água e nutrientes, importante para o crescimento e desenvolvimento das plantas conhecido como porosidade do solo pode ser alterado pelo o manejo do solo, além de modificar a capacidade de transporte e armazenamento de água e nutrientes (STEFANOSKI et al., 2013; JORGE et al., 2012).

Ribeiro et al. (2007), por sua vez, ao determinarem a distribuição de poros em seis classes de solos em amostras com estrutura indeformada, verificaram maior diversidade de tamanho de poros em Neossolo Quartzarênico em região do Cerrado, justificando que apesar deste solo ser particularmente arenoso a pequena quantidade de argila encontrada para o

mesmo, apresentou elevado grau de flocculação, sugerindo também que a fração areia fina e silte desse solo tendem a se arranjar de forma a estabelecerem um contato face a face, gerando uma estrutura mais adensada, na qual os grãos de areia fina e silte ocupam os espaços formados pela areia mais grossa, fazendo com que predominem no solo os microporos.

Os sistemas de preparo convencional e plantio direto aumentam a densidade e reduzem a porosidade total, a microporosidade, a retenção e a disponibilidade de água em relação ao campo e à mata nativa em Argissolo Vermelho (FLORES et al., 2008). Valores de porosidade de aeração abaixo de 0,10 a 0,15 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> são, em geral, considerados restritos para o crescimento e produtividade da maioria das culturas, apesar da dependência da espécie de planta, da atividade biológica do solo e do regime de umidade nesse solo (WATANABE et al., 2002).

### **Textura**

Outra característica aderente a qualidade física do solo é a sua textura que refere-se ao tamanho das partículas de um solo (areia, silte e argila) é uma propriedade que menos sofre alteração ao longo do tempo, considerado um fator determinante nas propriedades de retenção e armazenamento de água (RICHART et al.,

2005). De acordo com Centurion et al. (2007), as modificações que ocorrem na estrutura dos solos do Cerrado são oriundas do intenso preparo do solo.

Culturas como as gramíneas empregadas em pastagens, com sistema radicular agressivo, podem amenizar os efeitos negativos da degradação dos solos, agregando partículas e promovendo melhorias na sua estrutura (OLIVEIRA et al., 2003). Altos teores de argila e predominância de minerais de carga variável caracterizam geralmente, solos com maior resistência às alterações físicas resultantes do manejo, em relação, principalmente, a solos arenosos (COSTA et al., 2003).

### **Estrutura**

Diferentemente da textura, a estrutura do solo (forma como se arranjam as partículas do solo) é dinâmica, alterando-se constantemente pela ação do homem e da natureza. Sendo influenciada também por agentes de ligação, como a matéria orgânica, pela atividade de microrganismos, ação de raízes, ciclos de umedecimento e secagem. O arranjo das partículas é um atributo que reflete na densidade do solo, que por sua vez, define as características do sistema poroso e seus atributos hídricos (RESENDE et al., 2012). A densidade do solo representa a relação entre a massa de solo seco em estufa, e o seu respectivo

volume total, ou seja, volume do solo incluindo os espaços ocupados pela água e pelo ar (JONG VAN LIER, 2015). Qualquer manifestação que possa influenciar a estrutura do solo refletirá diretamente nos valores de densidade.

Distintos autores observaram que o sistema de manejo adotado interfere diretamente no valor de densidade do solo, influenciando na qualidade física do solo e, conseqüentemente, no desenvolvimento da cultura (GUBIANI et al., 2013; FERREIRA et al., 2010).

Fregonezi et al. (2001) verificaram que em solos sob pastagem a estrutura é frequentemente menos microagregada e menos grumulosa que em solos sob vegetação natural, o que pode resultar em um contato maior entre as partículas, provocando redução da macroporosidade nos espaços inter-agregados e conseqüente aumento da densidade do solo. Já em plantio direto em solo do Cerrado ocorre aumento na densidade do solo pelo rearranjo das partículas de solo, no entanto, com a consolidação do sistema, há aumento nos teores de Carbono orgânico e, com isso, diminuição na densidade do solo (TORMENA et al., 1998). Solos arenosos do Cerrado apresentam a densidade entre 1,35 e 1,85 g.cm<sup>-3</sup>, enquanto os solos argilosos do mesmo bioma variam entre

0,95 e 1,25 g.cm<sup>-3</sup> (TORMENA et al., 1998).

### **Resistência a penetração**

A compactação do solo é definida como aumento da massa por unidade de volume, resultando em aumento na densidade, na microporosidade, o que contribui para redução linear da porosidade total e da macroporosidade (BEUTLER et al., 2005). Esse fenômeno ocorre por agente antrópicos, quando o solo é utilizado de maneira inadequada como o tráfego irregular e constante de maquinários agrícolas e impacto constante de água de irrigação, o que limita o crescimento e desenvolvimento radicular (STONE e SILVEIRA, 1999). E por fonte naturais, quando a gota da chuva quando cai sobre o solo descoberto, provoca desagregação (BONFIM-SILVA et al., 2011; RICHART et al., 2005).

A resistência à penetração pode ser quantificada por alguns parâmetros, tais como a densidade e o conteúdo de água do solo, sendo que a densidade apresenta uma relação direta com a resistência à penetração e a umidade do solo influenciando negativamente na resistência e pode ser determinada pelo penetrômetro, o qual indica a resistência exercida pelo solo à penetração de uma ponta cônica, simulando a resistência que o solo oferece à penetração das raízes (MOLIN et al., 2012).

A resistência a penetração do solo é elevada com o uso dos solos com pastagens, principalmente, nas primeiras camadas do solo e pelo o uso de grade, arado e outros, que pode reduzir a resistência do solo a penetração (SILVA et al., 2007).

### **Curva de retenção**

A construção da curva de retenção de água tem-se revelado como atributo físico-hídrico importante nos estudos da qualidade física do solo (SANTOS, 2010). Rawls et al. (1991) mostraram que em elevados potenciais, a curva de retenção de água é influenciada por poros estruturais, associados ao efeito da matéria orgânica na formação e na estabilidade da estrutura do solo. Do mesmo modo, Carducci et al. (2011) estudando a modelagem da curva de retenção de água em Latossolos no Cerrado, notaram que o conteúdo de argila nesses solos influenciaram a retenção de água, elevando a capilaridade e adsorção de água.

### **Intervalo hídrico ótimo**

O intervalo hídrico ótimo é determinado por uma faixa de conteúdo de água do solo, na qual são mínimas ou ausentes as limitações ao crescimento das plantas, ocasionadas por indisponibilidade de água, deficiência de aeração e resistência do solo à penetração e é, geralmente, adotado para relacionar propriedades do

solo e práticas de manejo (KAISER et al., 2009; SAFADOUST et al., 2014).

Beutler et al. (2007), avaliaram a compactação do solo e verificaram que o intervalo hídrico ótimo foi eficiente no monitoramento desse fator em cultivo de soja de sequeiro e irrigado. Betioli Júnior et al. (2012), ao analisar solo após 30 anos de plantio direto, constataram diminuição do intervalo hídrico ótimo em função do aumento da densidade do solo, independentemente do limite crítico de resistência à penetração, embora, acima deste limite, o intervalo hídrico ótimo tenha sido condizente com a qualidade física do solo.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conhecer o processo de formação de um determinado solo é importante para poder maneja-lo de forma correta para fins de produção agropecuária, entretanto, a utilização exacerbada e errônea pode alterar as características que o qualifica. Os solos do Cerrado possuem suas particularidades que o proporciona ser agricultável, desse modo, seus atributos físico-hídrico inerente ao desenvolvimento de plantas, principalmente, as não nativas, devem ser conhecidas para poder refletir na capacidade da planta de expressar seu potencial produtivo.

### REFERÊNCIAS

- BASTOS, L.A.; FERREIRA, I.M. Composições Fitofisionômicas do Bioma Cerrado: estudo sobre o subsistema de Vereda. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 12, n. 1, p. 97-108, 2013 2012.
- BETIOLI JÚNIOR, E.; MOREIRA, W.H.; TORMENA, C.A.; FERREIRA, C.J.B.; SILVA, A.P.; GIAROLA, N.F.B. Intervalo hídrico ótimo e grau de compactação de um Latossolo Vermelho após 30 anos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n. 3, p.971-982, 2012.
- BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; CENTURION, M.A.P.C.; LEONEL, C.L.; SÃO JOÃO, A.C.G.; FREDDI, O.S. Intervalo hídrico ótimo no monitoramento da compactação e da qualidade física de um Latossolo Vermelho cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n. 6, p.1223-1232, 2007.
- BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; ROQUE, C.G.; FERRAZ, M.V. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 6. p. 843-849, 2005.
- BONFIM-SILVA, E.M.; ANICÉSIO, E.C.A.; SILVA, F.C.M.; DOURADO, L.G.A.; AGUERO, N.F. Compactação do solo na cultura do trigo em Latossolo do Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.12, p.1-8, 2011.
- BONO, J.A.M.; MACEDO, M.C.M.; TORMENA, C.A.; NANNI, M.R.; GOMES, E.P.; MULLER, M.M.L. Infiltração de água no solo em um Latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1845-1853, 2012.
- BORGES, T.A.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA, E.M.; GOEDERT, W.J. Avaliação de parâmetros físico-hídricos de Latossolo Vermelho sob pastejo e

- sob cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 18-25, 2009.
- BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M.; REINERT, D.J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtidas no ensaio de Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n. 4, p. 605-614, 2006.
- CARDUCCI, C.E.; OLIVEIRA, G.C.; SEVERIANO, E.C.; ZEVIANI, W.M. Modelagem da curva de retenção de água de Latossolos utilizando a Equação Duplo Van Genuchten. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n. 1, p.77-86, 2011.
- CASTRO, M.C.; CUNHA, F.F.; LIMA, S.F.; PAIVA NETO, V.B.; LEITE, A.P. Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e floresta nativa no Cerrado Sul-Mato-Grossense. **Brazilian Geographical Journal**, Pontal, v. 3, n. 2, p. 498-512, 2012.
- CAVALCANTE, J.B. Meio ambiente e agricultura: uma análise sobre o Cerrado brasileiro e as políticas para proteção ambiental. **Revista Economia Política do Desenvolvimento**, Maceió, v. 5, n. 7, p. 80-97, 2018.
- CAVENAGE, A.; MORAES, M.L.T.; ALVES, M.C.; CARVALHO, M.A.C.; FREITAS, M.L.M.; BUZETTI, S. Alterações nas propriedades físicas de um latossolo vermelho-escuro sob diferentes culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 997-1003, 1999.
- CENTURION, J.F.; FREDDI, O.S.; ARATANI, R.G.; ETZNER, A.F.M.; BEUTLER, A.N.; ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 199-209, 2007.
- COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 527-535, 2003.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. DF: Embrapa, 2018.
- EVANGELISTA, L.B. **Relações Socioeconômicas e Ambientais no Cerrado: O Cenário Goiano**. 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde). Pontifícia Universidade Católica de Goiás. 2016.
- FERREIRA, R.R.M.; FILHO, J.T.; FERREIRA V.M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.
- FLORES, C.A.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; ALBUQUERQUE, J.A.; PAULETTO, E.A. Recuperação da qualidade estrutural, pelo sistema plantio direto, de um Argissolo Vermelho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2164-2172, 2008.
- FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G.; BALIEIRO, F. de C.; MOURA, T.P.A. de; DE MENEZES, A.R.; SANTANA, C.I. Características e atributos de Latossolos sob diferentes usos na região Oeste do Estado da Bahia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1457-1465, 2016.
- FREGONEZI, G.A.F.; BROSSARD, M.; GUIMARÃES, M.F.; MEDINA, C.C. Modificações morfológicas e físicas de um Latossolo argiloso sob pastagens. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 1017-1027, 2001.

- FREITAS, D.A.F.; SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; CURI, N. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 417-428. 2012.
- GUBIANI, P.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Indicadores hídrico-mecânicos de compactação do solo e crescimento de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 1-10, 2013.
- JONG VAN LIER, Q.; GUBIANI, P.I. Beyond the “Least Limiting Water Range”: rethinking soil physics research in Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 4, p.925-939, 2015.
- JORGE, R.F.; ALMEIDA, C.X.; BORGES, E.N.; PASSOS, R.R. Distribuição de poros e densidade de latossolos submetidos a diferentes sistemas de uso e manejo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 159-169, 2012.
- JUHÁSZ, C.E.P.; CURSI, P.R.; COOPER, M.; OLIVEIRA, T.C.; RODRIGUES, R.R. Dinâmica físico-hídrica de topossequência de solos sob savana florestada (cerradão) em Assis, SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 401-412, 2006.
- KAISER, D.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; COLLARES, G.L.; KUNZ, M. Intervalo hídrico ótimo no perfil explorado pelas raízes de feijoeiro em um Latossolo sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n. 4, p.845-855, 2009.
- MELO FILHO, J.D.; SOUZA, A.L.V.; SOUZA, L.D.S. Determinação do índice de qualidade subsuperficial em um Latossolo Amarelo Coeso dos Tabuleiros Costeiros, sob floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.6, p.1599-1608, 2007.
- MOLIN, J. P.; DIAS, C. T. S.; CARBONERA, L. Estudos com penetrometria: Novos equipamentos e amostragem correta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n. 5, p.584-590, 2012.
- MOTA, M.S.; CREMON, C.; MAPELI, N.C.; SILVA, W.M.; MAGALHÃES, W.A.; CREMON, T. Qualidade e atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférico típico em diferentes sistemas de manejo. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.12, p.105-112, 2011.
- OLIVEIRA, G.C.; DIAS JUNIOR, M.S.; RESCK, D.V.S.; CURI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho Distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p.291-299, 2003.
- OLIVEIRA, I.A.; CAMPOS, M.C.C.; FREITAS, L.; SOARES, M.D.R. Caracterização de solos sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Acta Amazônica**, Manaus, v.45, n.1, p.1-12, 2015.
- OVERBECK, G.E.; VÉLEZ-MARTIN, E.; SCARANO, F.R.; LEWINSOHN, T.M.; FONSECA, C.R.; MEYER, S.T.; MULLER, S.C.; CEOTTO, P.; DADALT, L.; DURIGAN, G.; GANADE, G.; GOSSNER, M.M.; GUADAGNIN, D.L.; LORENZEN, K.; JACOBI, C.M.; WEISSER, W.W.; PILLAR, V.D. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. **Diversity and Distributions**, Oxford, v. 21, n. 2, p. 1455-1460, 2015.
- RAWLS, W.J.; GISH, T.J.; BRAKENSIEK, D.L. Estimating soil water retention from soil physical properties and characteristics. **Advances in Soil Science**, Stewart, v.16, p.213-234, 1991.

- RESENDE, T.M.; MORAES, E.R.; FRANCO, F.O.; ARRUDA, E.M.; ARAUJO, J.R.; SANTOS, D.S.; BORGES, E.N.; RIBEIRO, B.T. Avaliação física do solo em áreas sob diferentes usos com adição de dejetos animais no Bioma Cerrado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, suplemente 1, p.179-184, 2012.
- RIBEIRO, K.D.; MENEZES, S.M.; MESQUITA, M.G.B.F.; SAMPAIO, F.M.T. Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1167-1175, 2007.
- RIBEIRO, R.A.; MOREIRA, W.K.O.; JÚNIOR, Z.F.C.; COSTA, S.S.A.J.; RAYOL, B.P. Efeitos da mecanização nas características física do solo em sistema agroflorestal no município de Capitão Poço, Pará. **Cadernos de Agroecologia**, Rondonópolis, v. 10, n. 3, 2016.
- RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O.R.; LLANILLO, R.F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: Causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.
- SAFADOUST, A.; FEIZEE, P.; MAHBOUBI, A.A.; GHARABAGHI, B.; MOSADDEGHI, M.R.; AHRENS, B. Least limiting water range as affected by soil texture and cropping system. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 136, p. 34-41, 2014.
- SANO, E.E.; ROBERTO ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.153-156, 2008.
- SANTOS, D.P.; SANTOS, G.G.; SANTOS, I.L.; SCHOSSLER, T.R.; NIVA, C.C.; MARCHAO, R.L. Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste do Piauí. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1466-1475, 2016.
- SANTOS, G.G. **Impacto de sistemas de integração lavoura pecuária na qualidade física do solo**. 2010. 122f. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola de Agronomia - Universidade Federal de Goiás, Goiânia - 2010.
- SILVA, D.S.N.; ROQUE, C.G.; ROTTA, G.W.; MACHADO, R.A.F.; SILVA, R.M.; SILVA, V.M.; LANGE, A. Atributos Físicos de um Latossolo VermelhoAmarelo sob Diferentes Sistemas de Uso. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31. 2007, Gramado-RS. **Anais...** Gramado-RS: Serrano, 2007, 5p.
- STEFANOSKI, D.C.; SANTOS, G.G.; MARCHÃO, R.L.; PETTER, F.A.; PACHECO, L.P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1301- 1309, 2013.
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.1, p.83-91, 1999.
- STRASSBURG, B.B.N; BROOKS, T.B. FELTRAN-BARBIERI, R; IRIBARREM, A; CROUZEILLES, R; LOYOLA, R; LATAWIEC, A.E; OLIVEIRA FILHO, F.J.B; SCARAMUZZA, C.A.M; SCARANO, F.R; SOARES FILHO, B; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**, n. 1, p. 1-3, 2017.
- TORMENA, C.A.; ROLOFF, G.; SÁ, J.C.M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego.

**Revista Brasileira de Ciência do Solo**,  
Viçosa, v. 22, p. 301- 309, 1998.  
VOLPE, E.; MARCHETTI, M.E.;  
MACEDO, M.C.M.; ROSA JUNIOR,  
E.J. Renovação de pastagem degradada  
com calagem, adubação e leguminosa  
consorciada em Neossolo  
Quartzarênico. **Acta Scientiarum  
Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p.  
131-138, 2008.  
, Maringá, v.24, n. 5, p.1255-1264, 2002.

WATANABE, S.H.; TORMENA, C.A.;  
ARAÚJO, M.A.; VIDIGAL FILHO,  
P.S.; PINTO, J.C.; COSTA, A.C.S.;  
MUNIZ, A.S. Propriedades físicas de  
um Latossolo Vermelho distrófico  
influenciadas por sistemas de preparo  
do solo utilizados para implantação da  
cultura da mandioca. **Acta Scientiarum  
Agronomy**