

## CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO EM FUNÇÃO DO TIPO DE MANEJO MECANIZADO DO SOLO E TEMPO DE PREPARO

**JULIANA PINHEIRO DADALTO<sup>1</sup>; HAROLDO CARLOS FERNANDES<sup>2</sup>; IGOR RODRIGUES DE ASSIS<sup>3</sup>; DANIELLA DE MOURA BEZERRA AMORIM<sup>4</sup>; VALDEIR EUSTÁQUIO JUNIOR<sup>5</sup> E DIEGO WESLEY FERREIRA DO NASCIMENTO SANTOS<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de engenharia agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil, [juliana.dadalto@ufrpe.br](mailto:juliana.dadalto@ufrpe.br)

<sup>2</sup>Departamento de engenharia agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, CEP: 36570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, [haroldo@ufv.br](mailto:haroldo@ufv.br)

<sup>3</sup>Departamento de solos, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, CEP: 36570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, [igor.assis@ufv.br](mailto:igor.assis@ufv.br)

<sup>4</sup>Departamento de engenharia agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil, [daniella.amorim@ufrpe.br](mailto:daniella.amorim@ufrpe.br)

<sup>5</sup>Instituto Federal Fluminense, Estrada Cambuci-Três Irmãos, Km 05, Zona Rural – Cambuci/RJ CEP: 28430-000, [vejuniior@yahoo.com.br](mailto:vejuniior@yahoo.com.br)

<sup>6</sup>Doutor em engenharia agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, Departamento de engenharia agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, CEP: 36570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, [diegowesley89@gmail.com](mailto:diegowesley89@gmail.com)

### 1 RESUMO

A prática agrícola onde são efetuadas o plantio direto continuamente podem acarretar mudanças na estrutura do solo, como o aumento da densidade, principalmente em solos argilosos. Essas alterações, relacionadas ao manejo do solo, podem ser avaliadas por meio de atributos físicos e hídricos. Com a curva de retenção de água no solo (CRA) é possível ter informações sobre a capacidade de água disponível (AD), água que não está disponível (AND) e da capacidade máxima de água (CMA), além da distribuição dos poros ao longo do perfil de solo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a curva de retenção de água no solo de um solo submetido a diferentes sistemas de preparo mecanizado em função do tempo de preparo. O experimento foi composto de três sistemas de preparo do solo, preparo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD). As curvas de retenção de água no solo foram ajustadas por meio da equação de Van Genuchten. É possível observar na CRA que o PD, um mês após o preparo do solo, apresentou melhor curvatura da CRA e conseqüentemente melhor qualidade do solo.

**Palavras-chave:** plantio direto; argissolo; água disponível

**DADALTO, J. P.; FERNANDES, H. C.; ASSIS, I. R. DE; AMORIM, D. DE M. B.; EUSTÁQUIO JUNIOR, V. E SANTOS, D. W. F. DO N.  
SOIL-WATER RETENTION CURVE AS A FUNCTION OF THE TYPE OF MECHANIZED SOIL MANAGEMENT**

## 2 ABSTRACT

The agricultural practice where no-tillage is carried out continuously can lead to changes in soil structure, such as increased density, especially in clayey soils. These changes, related to soil management, can be evaluated through physical and water attributes. With the soil–water retention curve, it is possible to obtain information about the available water capacity, the water that is not available and the maximum water capacity, in addition to the distribution of pores along the soil profile. This information is essential for water management, allowing the provision of the ideal amount of water for the development of crops and the rates of water infiltration into the soil. The experiment consisted of three soil tillage systems: conventional tillage, minimum tillage and no tillage. The soil–water retention curves were fitted using the van Genuchten equation. It is possible to observe in the soil–water retention curve that no-tillage had a better curvature of the soil–water retention curve and, consequently, better soil quality.

**Keywords:** No-tillage; ultisol; available water.

## 3 INTRODUÇÃO

O preparo do solo permite à cultura um ambiente adequado para seu desenvolvimento, este processo pode afetar parâmetros físicos e hídricos como a densidade e a disponibilidade da água. Diferente dos preparos conservacionistas, o preparo convencional mobiliza intensamente o solo incorporando as camadas superficiais e deixando o solo exposto. Nos sistemas conservacionistas, como cultivo mínimo e plantio direto, a mobilização do solo é reduzida assim como o tráfego das máquinas. A adoção desses sistemas é uma opção de preparo que permitem a manutenção de restos culturais no solo viabilizando maior incorporação de matéria orgânica, aumenta a retenção de água no solo, sendo uma opção na formação de agregados mais estáveis (Aguiar *et al.*, 2021). Segundo Demuner *et al.* (2017), a relação entre o conteúdo de água e a energia em que ela está retida é representada pela curva de retenção de água (CRA) sendo a função matemática que descreve a relação entre o potencial matricial e o teor de umidade do solo. Ela é relativamente simples de ser determinada e obtém-se uma relação da curva com a distribuição dos

tamanhos dos poros (Parahyba *et al.*, 2019). Campos *et al.* (2018a) avaliaram as propriedades físicas de um latossolo Vermelho após vinte anos com diferentes tipos de preparo do solo, observaram aumento de densidade do solo, decréscimo de matéria orgânica e na capacidade de água disponível. Santos *et al.* (2011) ao estudarem pastagens com dois, três e quatro anos de uso e plantios de culturas anuais submetidos ao preparo convencional e plantio direto, observaram aumento da densidade e redução da umidade, porosidade, condutividade hidráulica e saturação efetiva somente no preparo convencional. Por meio da CRA é possível ter informações sobre a capacidade de água disponível (AD), água que não está disponível (AND) e da capacidade máxima de água (CMA), além da distribuição dos poros ao longo do perfil de solo. Essas informações são primordiais para o manejo hídrico permitindo o fornecimento da quantidade ideal de água para o desenvolvimento das culturas e das taxas de infiltração da água no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a curva de retenção de água no solo de um Argissolo da Zona da Mata Mineira submetido a diferentes sistemas de preparo mecanizado em função do tempo do preparo.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área experimental pertencente à Universidade Federal de Viçosa – MG, coordenadas geográficas correspondentes à latitude 20° 45' 14" S, longitude 42° 52' 53" W e altitude média de 650 m. Segundo Köppen (1948) o clima da região é classificado como mesotérmico úmido e o solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (Embrapa, 2013). A área experimental estava em pousio apresentando cobertura vegetal rasteira que foi removida de forma mecânica antes do preparo do solo. O experimento foi composto de três tratamentos, preparo convencional (PC) e preparo conservacionista, sendo cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD). No preparo convencional, o solo foi mobilizado com uma passada do arado de discos reversíveis de três discos de 26', seguido de duas passadas com grade destorroadora-niveladora em tandem de 24 discos. No cultivo mínimo, o preparo do solo foi realizado com o uso do escarificador de cinco hastes e no plantio direto utilizou-se uma semeadora adubadora de plantio direto com três linhas de plantio. Os implementos foram tracionados por um trator de pneus, com tração dianteira auxiliar (TDA) e 59 kW de potência nominal. As amostras de solo foram coletadas com uso de anéis volumétricos de aço inox na faixa de 0 a 0,10 m de profundidade, em dois momentos, primeira coleta foi realizada a um mês após o preparo do solo, a segunda seis meses após o preparo do solo. O experimento foi disposto em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tipos de preparo do solo e nas subparcelas as épocas de amostragem, no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste Shapiro-Wilk e submetidos a análise da variância. Quando significativos às médias forma comparadas utilizando o Teste de Tukey à 5 % de significância. Todas

as análises foram feitas no programa SAS University Edition. No laboratório as amostras saturadas foram submetidas aos potenciais mátricos de -0,004; -0,006; -0,008; -0,01 MPa na mesa de tensão e -0,03; -0,05; -0,07; -0,1; -0,5 e -1,5 MPa na câmara de Richards. As Curvas de retenção de água no solo foram ajustadas por meio da equação de Van Genuchten, 1980 (equação 1).

$$\theta_{ij} = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha \psi_{ij})^n]^m}; \psi_{ij} \geq 0 \quad (1)$$

Em que:

$\theta_{ij}$  – Umidade da amostra ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ );

$\theta_r$  – Umidade residual ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ );

$\theta_s$  – Umidade saturada ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ );

$\psi_{ij}$  – Potencial mátrico do solo (kPa);

$\alpha$  - Parâmetro relacionado ao potencial mátrico do solo; ( $1/\text{cm}$ )

$n$  e  $m$  – Parâmetros relacionados à inclinação da reta.

Os parâmetros do modelo foram determinados pelo software Soil Water Retention Curve (SWRC) versão 3.0 beta (Dourado Neto; Nielsen, 2001). Para o cálculo do parâmetro  $m$  foi utilizado a restrição de Maulem. Para os cálculos da  $\theta_r$  e  $\theta_s$  foram utilizados o método da extrapolação sugerido por Lier e Dourado Neto (1993).

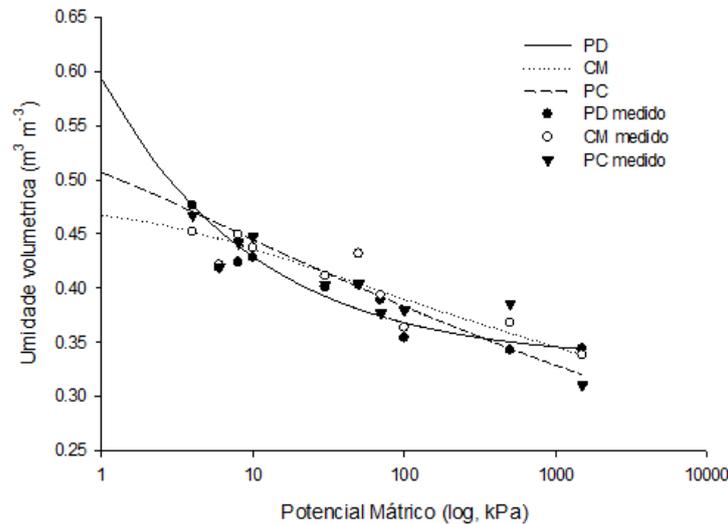
#### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentada as curvas de retenção de água no solo (CRA) um mês após o do preparo. Verifica-se que as capacidades de retenção de água foram próximas, mas o plantio direto apresentou maior valor. A maior retenção de água na camada superficial do solo no PD deve-se ao não revolvimento do solo nesse tipo de preparo, permitindo a manutenção dos microporos que são responsáveis pela retenção da água no solo. Resultados semelhantes forma encontrados por

Fagundes *et al.* (2019) avaliando um latossolo Vermelho Amarelo distrófico cultivado com milho em plantio direto e convencional. Os autores atribuíram o maior valor de água disponível, encontrado no

plantio direto, devido a manutenção da vegetação superficial o que acarreta maior aporte de matéria orgânica, nesse tipo de preparo.

**Figura 1.** Curva de retenção de água 1 mês depois do preparo do solo.

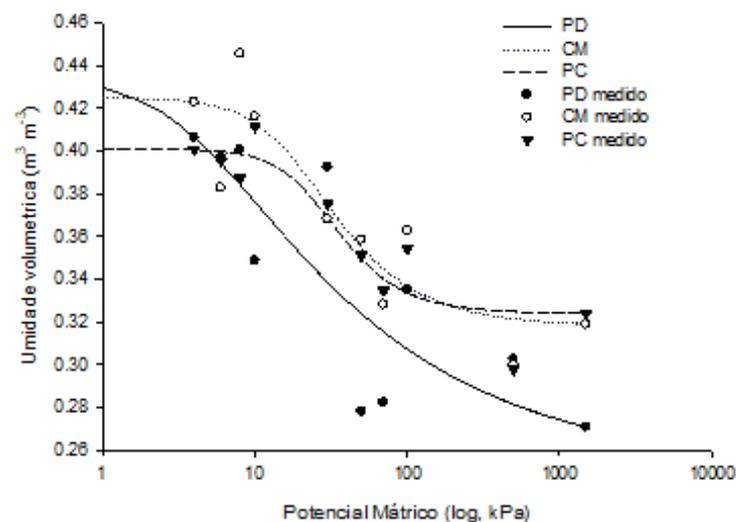


**Fonte:** Autores

É possível observar na CRA um mês após o preparo do solo, que o PD apresentou melhor curvatura da CRA e consequentemente melhor qualidade do solo. A figura 2 é possível observar a melhora na curvatura da CRA como tempo, indicando melhora da qualidade física-

hídrica para todos os tipos de preparos. Segundo Jardim e Amorim (2017) os formatos da curva encontrados seis meses após o preparo do solo indicam um solo bem estruturado, com melhor distribuição de poros ao longo do perfil do solo.

**Figura 2.** Curva de retenção de água seis meses depois do preparo do solo.



**Fonte:** Autores

Seis meses após o preparo do solo é possível observar que em potenciais matriciais baixos os preparos conservacionistas apresentam unidade volumétrica maior que o preparo

convencional. Já em alto potencial matricial temos valores próximos do CM e PC e menores valores no PD. A CRA para p CM e PC foram semelhantes.

**Tabela 1.** Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ), água disponível ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ), água não disponível ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ), capacidade máxima de água ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) e índice S no preparo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e plantio direto (PD) para a amostragem realizada depois e seis meses depois do preparo do solo.

	Depois	Seis meses depois	Média	CV
Densidade do solo				
PC	1,06	1,04	1,05	1,18
CM	1,12	1,09	1,10	1,34
PD	1,12	1,08	1,10	1,74
Média	1,10	1,07	1,09	
Água disponível				
PC	0,082	0,047	0,064	26,62
CM	0,043	0,028	0,036	20,33
PD	0,052	0,071	0,061	16,08
Média	0,059	0,049	0,054	
Água não disponível				
PC	0,284	0,276	0,280	1,40
CM	0,312	0,300	0,306	1,94
PD	0,314	0,275	0,295	6,69
Média	0,30A	0,284 B	0,293	
Capacidade máxima de água				
PC	0,548 aA	0,432 aB	0,490	11,78
CM	0,604 aA	0,419 aB	0,511	18,1
PD	0,478 aA	0,423 aB	0,451	6,07
Média	0,543	0,425	0,484	
Índice S				
PC	0,033	0,041	0,037	11,04
CM	0,064	0,070	0,067	4,49
PD	0,033	0,062	0,047	31,11
Média	0,043	0,058	0,050	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

**Fonte:** Autores

O teor de água disponível (AD) não apresentou diferença estatísticas em relação aos preparos do solo. Segundo Dalmago *et al.* (2009) a água disponível na superfície do solo é aproximadamente 60% maior no sistema de PD em relação ao PC em áreas

com intervalo de tempo de 7 anos de implantação dos preparos. Campos *et al.* (2018b) avaliaram um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico em diferentes tipos de preparo do solo e encontraram valores de água disponível maiores nos preparos com

baixa mobilidade do solo em comparação com a mata nativa, na camada de 0 a 0,20 m. Os autores associam esses valores a movimentação de argila devido a mobilização do preparo do solo, o que não acontece no solo da mata nativa. A média do teor de água não disponível (AND) às plantas foi maior logo depois do preparo do solo que aos seis meses de preparo, não sendo verificada interação significativa entre sistema e tempo de preparo do solo. Esse valor indica uma melhora da qualidade do solo com o tempo, já que mais água ficou disponível para as culturas. Entre os sistemas de preparo do solo não se observou diferenças significativas. O maior valor de capacidade máxima de armazenamento de água no solo (CMA) foi encontrado logo depois do preparo do solo para todos os sistemas de preparo. Já para os sistemas de preparo do solo, não foram observadas diferenças significativas nos valores de CMA em ambos os tempos de preparo avaliados. Os valores do Índice S não diferiram em relação aos sistemas e tempo de preparo do solo. Jardim e Amorim (2017) avaliaram a qualidade físico-hídrica de solos do cerrado mato-grossense em diferentes manejos por meio do índice S. Os autores observaram maiores valores do índice S em áreas sem manejo agrícola e em área de pastagem natural, associando essas áreas com uma melhor qualidade física do solo. O índice S possui correlação negativa com a densidade do solo, ou seja, o índice S aumenta com a redução da densidade (Yang *et al.*, 2015). Como nesse trabalho a variação da densidade foi baixa o índice S acompanhou essa tendência.

## 6 CONCLUSÕES

Um mês após o preparo do solo é possível observar melhor curvatura da CRA no PD, indicando melhor qualidade físico-hídrica desse tipo de preparo em comparação aos outros preparos estudados. Em geral é

possível observar uma melhora da qualidade física de todos os preparos com o tempo.

## 7 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. B.; SCHLEDER, E. J. D.; BRITO, V. H. S.; AGUENA, F. A. F. Plantio direto na cultura da mandioca. **Uniciências**, Cuiabá, v. 25, n. 1, p. 2-9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-5141.v25n1>. Disponível em: <https://uniciencias.pgscogna.com.br/uniciencias/article/view/8913>. Acesso em: 27 out. 2023.
- CAMPOS, A. G.; OLIVEIRA, M. F.; SILVA, B. M.; FREITAS, D. A. F.; RAMOS, M. C. P. **Propriedades físicas de um Latossolo vermelho após vinte anos com diferentes sistemas de preparo**. Sete Lagoas: Embrapa, 2018a. (Circular Técnica, 240). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1097189/1/circ240.pdf>. Acesso em: 25 out. 2023.
- CAMPOS, S. A.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. C.; NEVES, J. C. L. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrofíco sob plantio direto. **Revista Agrarian**. Brasília, DF, v. 11, n. 41, p. 230-240, 2018b. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/6859/4685>. Acesso em: 26 out. 2023.
- DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRUGER, C. A. M. B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Retenção e disponibilidade de água as plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 855-864, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000700007>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Q3ZNjwkjsVCYKztFMgYmkpB/>. Acesso em: 26 out. 2023.

DEMUNER, A. P. V.; MEIRELES, R. C.; REIS, L. S.; VIEIRA, G. H. S.; GARCIA, W. A.; ZINGER, L.; PIRES, A. A. Emergência de plântulas de tomates (*Solanum lycopersicum*) em diferentes tensões de retenção de água no solo. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 4, p. 44-54, 2017. DOI: 10.15536/thema.14.2017.44-54.756. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/321635855\\_Emergencia\\_de\\_plantulas\\_de\\_tomate\\_Solanum\\_lycopersicum\\_L\\_em\\_diferentes\\_tensoes\\_de\\_retencao\\_de\\_agua\\_no\\_solo](https://www.researchgate.net/publication/321635855_Emergencia_de_plantulas_de_tomate_Solanum_lycopersicum_L_em_diferentes_tensoes_de_retencao_de_agua_no_solo). Acesso em: 26 out. 2023.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. **Programa para confecção da curva de retenção de água no solo, modelo Van Genuchten**. Soil Water Retention Curve, SWRC. Version 3.00 beta. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2001.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013.

FAGUNDES, M. O.; REIS, D. A.; PORTELLA, R. B.; PERINA, F. J.; BOGIANI, J. C. Qualidade de um latossolo sob plantio convencional e sistema plantio direto no cerrado baiano, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v. 10, n. 3, p. 281-297, 2019. DOI:10.6008/CBPC2179-6858.2019.003.0024. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/336789020\\_Qualidade\\_de\\_um\\_latossolo\\_sob\\_plantio\\_convencional\\_e\\_sistema\\_plantio\\_direto\\_no\\_cerrado\\_baiano\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/336789020_Qualidade_de_um_latossolo_sob_plantio_convencional_e_sistema_plantio_direto_no_cerrado_baiano_Brasil). Acesso em: 26 out. 2023.

JARDINI, D. C.; AMORIM, R. S. S. Uso de índices S na qualidade Físico-hídrica de solos do cerrado matogrossense. **Revista Engenharia Agrícola**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 107-115, 2017.

LIER, V. Q. J.; DOURADO NETO, D. Valores extremos de umidade do solo referentes ao modelo de Van Genuchten. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 17, p. 325-329, 1993.

OLIVEIRA, G. G.; OLIVEIRA, G. C.; SILVA, E. A.; CARDUCCI, C. E.; BARBOSA, S. M.; SILVA, B. M. Indicadores de qualidade física para Argissolos sob pastagens nas regiões leste e sul de Minas Gerais. **Revista Ciências Agrárias**, Lisbon, v. 58, n. 4, p. 388-395, 2015. Disponível em: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.2092>. Acesso em: 13 mar. 2021.

PARAHYBA, R. B. V.; ARAÚJO, M. S. B.; ALMEIDA, B. G.; ROLIMNETO, F. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CALDAS, A. M. Water retention capacity in Arenosols and Ferralsols in a semiarid area in the state of Bahia, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 1-20, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920181031>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/dKBrCNWbjNWMGRxb63RzBYR/>. Acesso em: 13 mar. 2021.

SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; SILVA, E. M.; SILVEIRA, P. M.; BECQUER, T. Qualidade física do solo sob Sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1339-1348, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000030>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/9fYMXqfWdmZ3JhtwkW6KfXr/#>. Acesso em: 13 mar. 2021.

KÖPPEN, W. **Climatologia com un studio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948.

YANG, D.; BIAN, Z; ZHANG, K.; XIONG, J.; LEI, S. Quantitative assessment of soil physical quality in northern china

based on S-theory. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1311-1321, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20150030>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbc/a/PvwW5MxNrPX5DkV6N6bFsGb/#>. Acesso em: 13 mar. 2021.