INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MÉTODOS NA AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO E DA POROSIDADE TOTAL EM SOLOS DE LAVRAS - MG

Matias Siueia Júnior[1], Patriciani Estela Cipriano[2], Geslin Mars[3], Rodrigo Fonseca da Silva[4], Leandro dos Santos Soares[5], Emanuelly Silva Assis[6], Juliana Mara de Oliveira[7], Diego Tassinari[8], Moacir de Souza Dias Junior[9]

RESUMO

O estudo dos atributos físicos do solo como a densidade do solo e a porosidade total, é de grande importância para o entendimento da estrutura e perfil do solo. Neste sentido, objetivou-se avaliar os diferentes métodos na obtenção da densidade e porosidade total de quatro classes de solos do município de Lavras, MG. A amostragem decorreu em diferentes áreas do Campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras – MG, onde foram amostrados quatro classes de solo em dois horizontes (A e B). Foram determinadas a densidade de solo e a porosidade total através dos métodos do torrão parafinado, do cilindro e do anel volumétrico. Foi observado que método de torrão parafinado foi superior aos demais para a densidade do solo e porosidade total no horizonte A assim como no horizonte B. A diferença do método de torrão parafinado para os demais, indicam que haja uma interferência deste, devido a parafina que penetra nos macroporos e fendas do torrão.

Palavras-chave: Estrutura do solo, torrão parafinado, cilindro.

[1] Mestrando em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - MG, bolsista do CNPq, E-mail: siueia.junior@gmail.com
[2] Mestrando em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - MG, bolsista do CNPq, E-mail: patriciani_estela@hotmail.com
[3] Mestrando em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - MG, bolsista da CAPES, E-mail: gemars21@hotmail.com
[4] Doutorando em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - MG, bolsista do CNPq, E-mail: rodrigo11.07@hotmail.com
[5] Doutorando em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - MG, bolsista da CAPES, E-mail: agroleandro33@hotmail.com
[6] Mestrando em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - MG, bolsista da FAPEMIG, E-mail: emanuellyassis04@gmail.com
[7] Mestrando em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - MG, bolsista da FAPEMIG, E-mail: jujulianamara@yahoo.com.br
[8] Doutorando em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - MG, bolsista da CAPES, E-mail: tassinari1420@hotmail.com
[9] Professor Titular, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras - MG, E-mail: msouzadj@dcs.ufla.br

INTRODUÇÃO

O conhecimento das características e propriedades físicas do solo é de fundamental importância para a tomada de decisão sobre o uso agrícola dos mesmos. Dentre as propriedades do solo que sofrem modificações com o uso e manejo estão a porosidade total e a densidade do solo (Silva, 2007). Estas influenciam na infiltração e retenção de água no solo, no desenvolvimento de raízes e nas trocas gasosas (Tompson et al.,1987; Doran & Parkin, 1994; Beutler et al., 2002; Reatto et al., 2007).

A porosidade é a propriedade do solo de maior influência no movimento da água no mesmo, sendo também o espaço onde ocorrem os processos dinâmicos do ar e da solução do solo (Hillel, 1972; Ribeiro et al., 2007).

Dentre os métodos usados para a determinação da densidade do solo e porosidade total, destacam-se o torrão parafinado, cilindro e anel volumétrico (Donagema et al., 2011). Segundo Donagema et al. (2011) o método de torrão parafinado apresenta limitações por não ser aplicável em situações em que existe quantidades apreciáveis de fração grosseira, não permitindo obter um torrão estável, porém é bastante útil em solos pedregosos, ou quando o solo estiver muito seco que impeça a penetração do cilindro no solo.

O método de anel volumétrico é mais usado na avaliação da densidade do solo, porém além do seu fator limitante ser a necessidade de inserção do anel no solo por pressão, necessita de cuidados durante a obtenção da amostra para se evitar compactação do solo pelo atrito cilindro-solo durante a penetração do mesmo no solo no perfil do solo, principalmente quando o solo apresenta alta umidade (Blake & Hartge, 1986).

Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar os diferentes métodos na obtenção da densidade e porosidade total de quatro classes de solos do município de Lavras, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na área do Campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras – MG, as coordenadas latitude 21° 14' 43 Sul e uma longitude 44° 59' 59 Oeste, e altitude de 919 m, tendo um clima segundo a classificação climática de Köppen, subtropical, do tipo Cwa, (Dantas et al., 2007).

A amostragem decorreu em diferentes áreas, com diferentes tipos de solo (Tabela 1), cujas características encontram-se na tabela 2, com recurso ao amostrador de Uhland que posteriormente foram acondicionadas de forma indeformada, separadas e devidamente identificadas conforme o ponto de amostragem e o tipo do solo, e por sua vez submetidas ao processamento e análises físicas no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

Tabela 1. Classes solos e seus horizontes do Campus da Universidade Federal de Lavras, em Lavras – MG,

Designação	Solo	Horizonte	Profundidade (cm)	Caracteristica da Estrutura do Solo
CXbd	Cambissolo	A	0-15	Fraca, pequena, a média granular e moderada pequena blocos subangulares
		Bi	28-63+	Fraca pequena à média, predominantemente blocos subangulares

PVAd	Argissolo	A	0-20	Blocos subangulares. Força moderada-média aplicada para desestruturação
		Bt	67-105+	Grandes blocos subangulares. Força moderada-forte para desestruturação
NVdf	Nitossolo	A	0-30	Moderada, média pequena, granular ou moderada, pequena, média, granular
		B	98-127+	Moderada forte, média, blocos subangulares
LVdf	Latossolo	A	0-26	Granular, média grande, grau moderada
		Bw	64-122+	Granular tipo pó de café, fraca pequena, blocos subangulares e granular

Tabela 2. Composição granulométrica (teores de argila, silte e areia), textura, teor de carbono orgânico do solo (COS) e densidade de partículas (Dp) dos solos e dos horizontes avaliados.

Designação	Horizontes	Argila	Silte	Areia	Textura	COS (g/kg)	Dp Mg m^{-3}
		---------%----------					
PVAd	A	34	14	52	Franco-argiloso-arenosa	15,13	2,66
	B	66	9	25	Argilosa	3,13	2,62
CXbd	A	25	17	25	Franco-argiloso-arenosa	17,40	2,61
	B	28	22	50	Franco-argiloso-arenosa	10,84	2,53
LVdf	A	62	18	20	Argilosa	22,27	2,66
	B	67	20	13	Argilosa	6,84	2,77
NVdf	A	46	13	41	Argilosa	15,89	2,62
	B	68	8	24	Argilosa	3,13	2,69

A densidade de solo foi determinada através dos métodos do anel volumétrico com dimensões de 2,50 cm de altura por 6,35 cm de diâmetro (volume de 80 cm^3), com cilindro de dimensões de 8,00 cm de altura por 7,00 cm de diâmetro (volume de 300 cm^3) e torrão parafinado (Donagema et al., 2011), denominados anel, cilindro e torrão respectivamente. A massa das amostras referentes aos métodos do anel volumétrico e cilindro foi obtida por secagem em estufa (105 -110ºC), e então determinada a densidade do solo conforme a Equação 1,

$$Ds = \frac{Ms}{V} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

em que, Ms: é a massa da amostra seca 105 – 110ºC; V: é o volume do anel.

Para método do torrão parafinado, o torrão de solo foi inicialmente impermeabilizado com parafina, de modo a permitir mergulha–lo em água e determinar o seu volume (Equação 2). Após esse procedimento foi determinada a densidade do solo segundo Donagema et al. (2011) relacionado o peso do torrão em agua, peso do torrão seco (Equação 3) e seu volume.

$$V_{Torão} = ((a - b) - c) \quad \text{(Eq. 2)}$$

Onde: Vtor - Volume do torrão; a – massa do torrão parafinado; b – massa do torrão parafinado mergulhado em água; c – volume da parafina = Massa da parafina/ 0.90.

$$P_{Torão} = \frac{a}{1 + b} \quad \text{(Eq. 3)}$$

Onde: Ptor - Peso do torrão seco a 105ºC; a – massa do torrão úmido; b – umidade da subamostra.

A porosidade total foi determinada por cálculo pela equação 4, segundo Donagema et al. (2011).

$$Pt = 1 - \frac{Ds}{Dp} \quad \text{(Eq. 4)}$$

Onde: Pt – Porosidade total; Ds– Densidade do solo; Dp – Densidade de partículas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias em relação às classes de solos e métodos de analises nos diferentes horizontes dos solos foram avaliadas pelo teste de Skott-Knott ($p \leq 0,05$) (Borges & Ferreira, 2002) sendo as análises efetuadas com auxílio do software R 3.2.1 (RDCT, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As propriedades físicas do solo como a densidade e porosidade total apresentaram diferenças significativas entre métodos e também entre os solos avaliados (Tabela 3). A densidade do solo, quanto às diferentes classes de solo (Fator 1) e métodos de determinação (Fator 2), apresentou diferenças significativas nos fatores estudados e interação entre eles no horizonte A. Quanto à porosidade total, os resultados demonstraram efeito semelhante à da densidade do solo, uma vez que existe relação conceitual entre essas duas propriedades, conforme expresso pela equação 4. Estes comportamentos observados revelam a heterogeneidade entre as classes de solos para estes atributos (Figura 1).

Tabela 3. Análise de variância (valores de F) para densidade do solo, porosidade total de diferentes solos do município de Lavras.

Fontes de Variação		Fator 1	Fator 2	Fator 1 x Fator 2
Densidade	A	47,99 **	11,87 **	3,31 *
	B	42,92 **	73,05 **	1,47 ns
Porosidade	A	24.04**	44.31**	2.90*
	B	56.55**	30.15**	1.06 ns

[ns]: F não significativo; *: F significativo a 5 %; **: F significativo a 1 %; Variáveis analisadas: Densidade do solo (Horizonte A e B); porosidade total (Horizonte A e B); Fator 1 (classes de solo) e Fator 2 (métodos para densidade do solo e porosidade total).

Densidade do solo

No Horizonte A (Figura 1), foi observado que o método do torrão parafinado apresentou maiores valores de densidade do solo em todos os solos estudados em comparação aos métodos de cilindro e do anel volumétrico. Em relação ao horizonte B (Figura 1), foi observado que o método do torrão parafinado apresentou estatisticamente maior densidade do solo no Argissolo (PVAd), Latossolo (LVdf) e Nitossolo (NVdf) comparados aos métodos de métodos cilindro e do anel volumétrico, sendo que estes não diferiram estatisticamente entre si. No Cambissolo (CXbd), o comportamento foi diferente, já que a densidade do solo obtida no método do torrão parafinado foi estatisticamente igual à densidade do solo obtida no método de cilindro e ambos foram maiores que os valores de densidade do anel volumétrico no horizonte B, enquanto no horizonte A apenas o Cambissolo apresentou diferenças significativas entre os métodos do cilindro e do anel, com aquele resultando em maior densidade do solo que este. Geralmente o método do torrão parafinado apresenta maior valor de densidade do que os outros métodos, isso é explicado pelo fato que a parafina pode penetrar os macropororos e as fendas que no torrão, além da necessidade de maior manipulação da amostra para o preparo do torrão (BLAKE & HARTGE, 1986; VAN REMORTEL & SHIELDS, 1993), o consequentemente aumenta a densidade daquele solo.

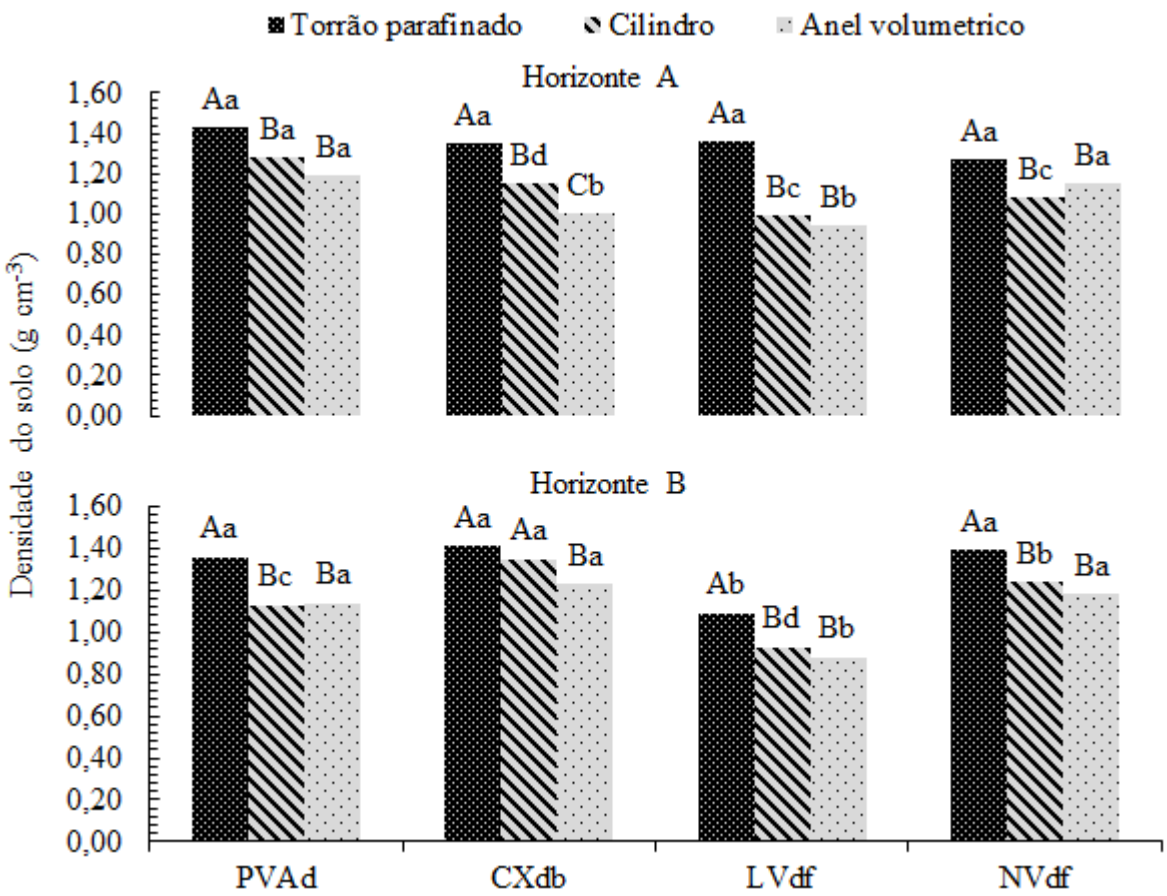

Figura 1. Densidade do solo nos horizontes A e B dos solos estudados. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos dentro do mesmo solo e letras minúsculas comparam os solos dentro do mesmo método. CXbd: Cambissolo; PVAd: Argissolo; NVdf: Nitossolo; LVdf: Latossolo.

No horizonte A, os métodos de cilindro e de anel volumétrico não apresentaram diferenças estatísticas entre si no PVAd, LVdf e NVdf, enquanto que no CXbd o método de cilindro apresentou maior valor de densidade em relação ao anel volumétrico. Segundo Silva e al. (2006) o método do anel volumétrico é o mais indicado para determinar a densidade do solo.

Foi observado que o valor da densidade do solo obtido pelo método de torrão parafinado não diferenciou entre os solos (Figura 1) no horizonte A. Houve diferença estatística pelo método cilindro, seguindo desta ordem PVAd > CXbd > LVdf = NVdf. Para o método de anel volumétrico, PVAd e NVdf não diferiram entre si estatisticamente neste horizonte, apresentando maior valor de densidade do que CXbd e LVdf, sendo que estes foram estatisticamente iguais entre si.

Ao analisar a densidade do solo no horizonte B, foram verificados que os valores encontrados pelo método do torrão parafinado no PVAd, no CXbd e no NVdf não diferiram estatisticamente entre si e os mesmos foram superiores ao valor encontrados no LVdf. Os

valores de densidade do solo obtidos por meio do método do cilindro foram estatisticamente maiores no CXbd, seguidos pelo NVdf, PVAd e LVdf. Já no caso do anel volumétrico, os valores encontrados no PVAd, CXbd e NVdf foram estatisticamente iguais entre si e superiores ao valor encontrado no LVdf. O método de cilindro pode causar compactação do solo pelo atrito cilindro-solo durante a penetração do mesmo no solo no perfil do solo, principalmente quando o solo apresenta alta umidade (BLAKE & HARTGE, 1986), por este fato este método apresentou maior densidade do solo que pelo anel volumétrico.

Porosidade total

Quanto à porosidade total, foi observado no horizonte A (Figura 2) que o método de torrão parafinado apresentou maiores valores de porosidade para o PVAd, CXbd e LVdf em comparação com os métodos de cilindro e do anel volumétrico, enquanto que no NVdf o método de cilindro apresentou maior valor de porosidade em relação ao anel volumétrico. O LVdf, apresentou os maiores valores de porosidade total no horizonte A e B para os métodos de torrão parafinado, cilindro e anel volumétrico, podendo ser atribuído estes valores a estrutura desse solo, granular muito pequena como foi evidenciado por Silva et al. (2000) em solos franco-argilosos.

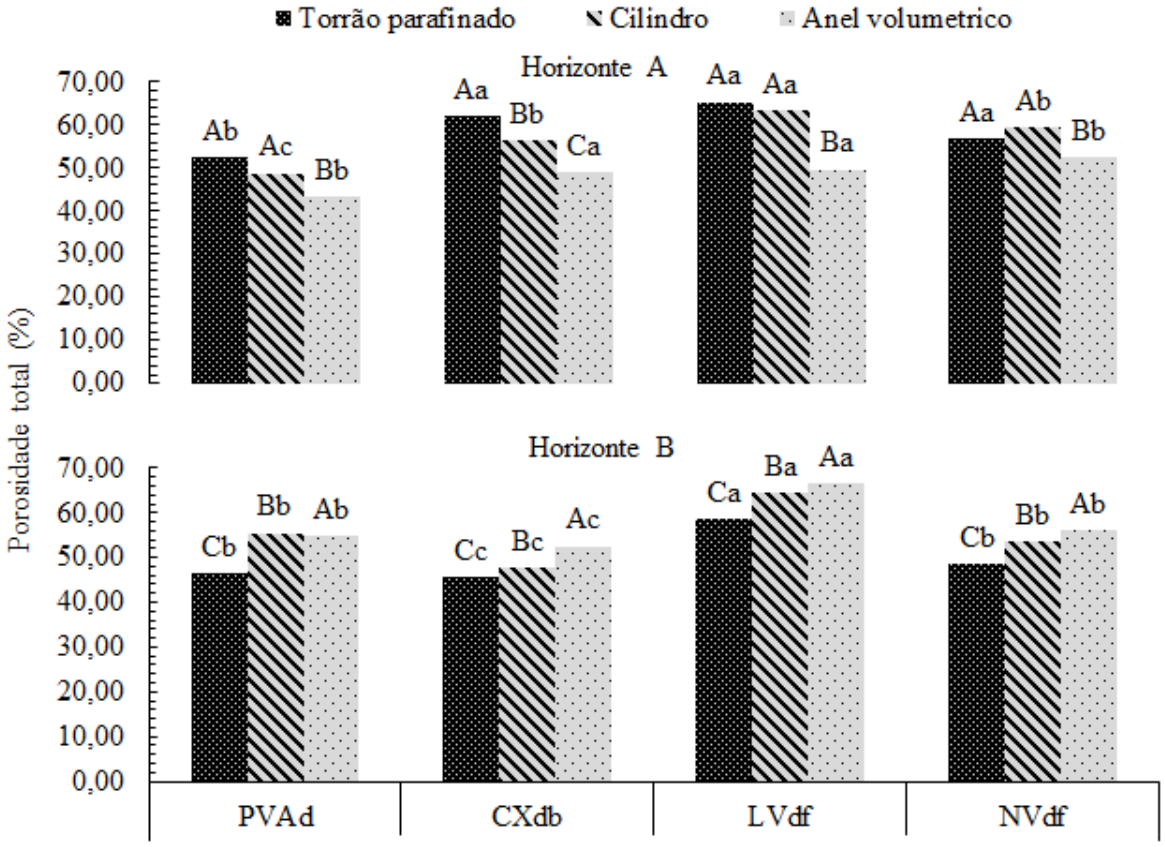

Figura 2. Porosidade total dos solos avaliados nos dois horizontes (horizonte A e horizonte B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de

probabilidade. Letras maiúsculas comparam os métodos dentro do mesmo solo e letras minúsculas comparam os solos dentro do mesmo método. CXbd: Cambissolo; PVAd: Argissolo; NVdf: Nitossolo; LVdf: Latossolo.

O PVAd e NVdf apresentaram valores de porosidade total no horizonte B estatisticamente iguais em todos métodos empregados. Este fato pode estar possivelmente relacionado com a estrutura em blocos que ambos solos apresentam no horizonte B. O CXbd foi o que apresentou menores valores de porosidade total no horizonte B em relação os métodos de torrão parafinado, cilindro e anel volumétrico, uma vez que apresenta uma estrutura predominantemente em blocos subangulares (Santos et al., 2013) e uma tendência ao adensamento em profundidade.

CONCLUSÕES

1. O Latossolo apresentou menor densidade do solo em comparação aos outros solos no horizonte B.
2. Em todos os solos a densidade do solo determinada pelo torrão foi superior aos métodos de cilindro e a anel volumétrico.
3. O Latossolo no horizonte A e B apresentou maior porosidade total para os diferentes métodos avaliados.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, CNPq e CAPES pela concessão das bolsas de estudos. Ao Laboratório de Física do Solo do Departamento do Solo da Universidade Federal de Lavras ao apoio no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SOUZA, Z. M.; ANDRIOLI, I.; ROQUE, C.G. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26: 829-834, 2002.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis.** Part 1. Physical and mineralogical methods. Madison: ASA/SSSA, 1986. p. 363-375.

BORGES, L. C.; FERREIRA, D. F. Poder e taxas de erro tipo I dos testes Scott-Knott, Tukey e Student-newmankeuls sob distribuições normal e não normais dos resíduos. **Rev. Mat. Estat.,** 21: 67-83, 2002.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, 31: 1862-1866, 2007.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W., COLEMAN, D.C., BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison**, Soil Science Society of America**, 1994. p.3-21.

HILLEL, D. **Fundamentals of soil physics**. New York: Academic, 1980. 413 p.

HILLEL, D. **Soil and water: physical principles and processes**. 3.ed. New York: Academic Press, 1972. 288p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM - RDCT. R: **A language and environment statistical computing**. Vienna, R Foundation for Statistical Computing, 2015.

REATTO, A. et al. Hydraulic properties of the diagnostic horizon of Latosols of a regional toposequencia across the Brazilian central platea. **Geoderma**, 139: 251-259, 2007.

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**, 31:1167-1175, 2007.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306 p.

SILVA, E. M.; LIMA, J. E. F. W.; AZEVEDO, J. A.; RODRIGUES, L. N. Valores de tensão na determinação da curva de retenção de água de solos do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41: 323-330, 2006.

SILVA, M. M. **Balanço de água no solo com milho sob sistema plantio direto e diferentes doses de nitrogênio.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 86p. 2007. (Tese Doutorado).

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Ciência Rural**, 30: 795-801, 2000.

THOMPSON, P.J., JANSEN, I.J., HOOKS, C.L. Penetrometer resistance and bulk density as parameters for predicting root system performance in mine soils. **Soil Science Society of America Journa**l, Madison, v.51, p.1288-1293, 1987.

VAN REMORTEL, R. D.; SHIELDS, D. A. Comparison of clod and core methods for determination of soil bulk density. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 24: 2517-2528, 1993.