

# 10<sup>o</sup>

# FEPEG FÓRUM

ENSINO • PESQUISA  
EXTENSÃO • GESTÃO  
RESPONSABILIDADE SOCIAL: INDISSOCIABILIDADE  
ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



ISSN 1806-549 X

Autor(es): PABLO FERNANDO SANTOS ALVES, SUERLANI APARECIDA FERREIRA MOREIRA, PAULO AUGUSTO PEREIRA LOPES, VIRGILIO J. M. G. JÚNIOR, ILDEU DE SOUZA, ARLEY FIQUEIREDO PORTUGAL, MARCOS KOITI KONDO

## Cera de Carnaúba como Impermeabilizante e Tamanho do Torrão na Determinação da Densidade do Solo

### Introdução

Os atributos físicos do solo tem influência direta no desenvolvimento radicular das culturas e, conseqüentemente, nas suas produtividades. Entre esses atributos, a densidade do solo é um parâmetro considerado como indicador de qualidade física do solo, tendo amplo uso prático na agricultura tal como a conversão da umidade base massa para umidade volumétrica para fins de cálculo da lâmina de irrigação, na estimativa do conteúdo e disponibilidade de nutrientes do solo, entre outros.

Não obstante, a determinação da densidade do solo nem sempre é fácil de ser realizada, haja vista que solos distintos podem apresentar características peculiares que podem inviabilizar a determinação por um método ou outro.

Os métodos convencionais para determinação da densidade do solo são o método do torrão parafinado e anel volumétrico, pois possuem a vantagem de serem mais baratos e acessíveis que outros métodos existentes, tais como os métodos nucleares. Porém, possuem como desvantagem o fato de serem invasivos e ocasionarem alterações na estrutura do solo dependendo dos procedimentos e ferramentas utilizadas na amostragem, bem como as dimensões das amostras coletadas (PIRES *et al.*, 2010).

Em relação ao método do torrão impermeabilizado, a escolha da substância a ser utilizada como revestimento é de fundamental importância, haja vista que a mesma não pode adentrar-se nos poros do torrão no processo de impermeabilização e nem permitir o umedecimento do torrão no processo de determinação do volume do solo.

Tradicionalmente, a resina Saran ou a parafina, ambas produtos sintéticos derivados do petróleo, têm sido utilizadas como revestimento de torrões de solo (EMBRAPA, 2011). Entretanto, a falta de padronização ou a dificuldade em obtenção desses produtos tem evidenciado atualmente a busca pelo uso de substâncias alternativas que permitam a obtenção de resultados satisfatórios e que, além disso, demandem em seu processo de produção métodos menos agressivos ao ambiente. Além disso, alguns produtos quando aquecidos liberam gases tóxicos oferecendo riscos para as pessoas que manipulam tais substâncias, assim como a parafina, produto esse que conforme o anexo 13 da Norma Regulamentadora nº 15 (Atividades e operações insalubres - Agentes Químicos) (BRASIL, 2009) determina que nos estabelecimentos que fazem manipulação de parafina líquida, seja atribuída insalubridade de grau máximo por tratar-se de substância altamente cancerígena.

Nesse sentido, SILVA *et al.* (2003) testaram o uso da cera de abelhas na determinação da densidade do solo e verificaram a possibilidade dessa substância substituir a parafina na impermeabilização de torrões.

Outro produto com características físicas semelhantes à parafina, o que inclui, por exemplo, o ponto de fusão e viscosidade é a cera de carnaúba (OURIQUE *et al.*, 2015), que apesar da sua ampla empregabilidade industrial, sua utilização como impermeabilizante de torrões na análise de densidade do solo é desconhecida.

Diante do exposto o objetivo desse trabalho foi verificar se a cera de carnaúba pode ser utilizada como impermeabilizante de torrões na determinação da densidade do solo e, considerando a economia de materiais e eficiência da análise, determinar qual o tamanho do torrão apropriado para análise, comparando os resultados com a estimativa pelo método do anel volumétrico.

### Material e métodos

Foram coletadas amostras com estrutura indeformada (torrões com aproximadamente 10 cm de diâmetro e amostras em anéis volumétricos) em horizontes superficiais e subsuperficiais de três classes de solo (EMBRAPA, 2013) de ocorrência no município de Janaúba-MG, cujos atributos físicos apresentam ampla variação, conforme verifica-se na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x2)+1 com quatro repetições. Sendo utilizados dois impermeabilizantes (parafina e cera de carnaúba) e torrões de dois tamanhos médios (4 e 6 cm) na análise de densidade do solo pelo método do torrão (EMBRAPA, 2011). Além disso foi realizada a comparação com a densidade obtida pelo método do anel volumétrico (controle).

A cera de carnaúba e a parafina foram colocadas em recipientes de alumínio e em seguida fundidas e mantidas em temperatura de 64±2 °C com o auxílio de bloco de aquecimento.

Por ocasião da etapa de fundição foram retiradas alíquotas de 50 ml de cada substância (cera de carnaúba e parafina), as quais após resfriamento permitiram a determinação da densidade específica. Para isso foi utilizado o mesmo princípio

# 10<sup>o</sup>

# FEPEG FÓRUM

ENSINO • PESQUISA  
EXTENSÃO • GESTÃO

RESPONSABILIDADE SOCIAL: INDISSOCIABILIDADE  
ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



ISSN 1806-549 X

empregado para determinação da densidade do solo (princípio de Arquimedes). Os valores de densidade específica obtidos foram 0,7472 para a parafina e 0,7878 para a cera de carnaúba.

Para avaliar a espessura da camada de revestimento, utilizou-se a relação volume total do torrão impermeabilizado/volume do revestimento. O volume do revestimento foi obtido de acordo com a massa e com a densidade específica do revestimento (cera ou parafina) utilizado na impermeabilização do torrão, conforme EMBRAPA (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância, optando-se por realizar o desdobramento de todas as interações pelo teste F ao nível de 5% de significância. Além disso, foi realizado o teste de Dunnett ao nível de 5% de significância para comparação das médias dos tratamentos com o controle (método do anel volumétrico). Cada horizonte foi comparado separadamente dentro das respectivas classes de solo.

## Resultados e discussão

Conforme observa-se na Tabela 2, de maneira geral não foram observadas diferenças no valor de densidade do solo ( $D_s$ ) em função dos dois impermeabilizantes e tamanhos dos torrões para os diferentes horizontes dos solos estudados. A única exceção a estes resultados correspondeu ao horizonte Bt do Planossolo Háplico, onde foi verificado que a densidade do solo quando se utilizou o diâmetro médio de 6 cm e a cera de carnaúba como impermeabilizante foi 4,4% menor comparativamente ao uso da parafina.

Possivelmente esses resultados decorrem de possíveis pontos de fratura do impermeabilizante, não percebidas na etapa de impermeabilização, e que ocorrem possivelmente devido uma menor capacidade de aderência da parafina no torrão em relação à cera de carnaúba, sobretudo em pontos com a presença de arestas mais evidentes, haja visto uma maior dificuldade em moldar os torrões desse horizonte dado o forte grau de desenvolvimento da estrutura.

A ocorrência de pontos de fratura no impermeabilizante pode permitir a entrada de água no torrão durante a etapa de pesagem do torrão na água, contribuindo dessa forma para uma subestimativa do volume do torrão e, como a densidade de qualquer substância é inversamente proporcional ao seu volume, tem-se a obtenção de resultados maiores e equivocados de densidade do solo. Teoricamente, esse problema seria contornado na etapa seguinte quando se faz a remoção do impermeabilizante e procede-se a determinação da umidade do torrão, todavia ressalta que na prática é quase impossível que a remoção do impermeabilizante também não acarrete em remoção de partes das camadas superficiais do torrão, que são justamente as camadas mais propensas ao umedecimento quando o torrão é mergulhado na água.

Na Tabela 2 foi possível verificar também que os horizontes A do LV e do SX apresentaram  $D_s$  superior ao tratamento controle quando se utilizou os torrões de 4 e 6 cm impermeabilizados com parafina e os torrões de 4 cm impermeabilizados com cera de carnaúba. No horizonte Bt do Planossolo Háplico, independente do impermeabilizante e do tamanho do torrão utilizado, o método do anel proporcionou menores valores de densidade do solo.

O fato do método do torrão indicar valores mais elevados de densidade do solo que o método controle pode estar associado à penetração de parafina em fendas existentes no torrão e posteriormente nos macroporos da amostra de solo, acarretando em maiores valores de densidade, sobretudo em classes de solo ou horizontes com textura mais arenosa tais como os horizontes A do LV e SX, corroborando com Silva *et al.* (2000) e Folegatti *et al.* (2001), estudando as diferenças entre os valores de densidade do solo obtidos pelo método do anel, descrevem que erros metodológicos podem influenciar os resultados em solos de diferentes texturas, sendo esses erros relacionados principalmente ao processo de amostragem, porém se os anéis forem cravados no solo respeitando-se certos padrões, tais erros são considerados incipientes ou mesmo nulos.

Segundo SIQUEIRA *et al.* (2008) há uma diminuição das estimativas de densidade do solo quando se aumenta o tamanho do torrão, o que explicaria também o fato do torrões de 6 cm de diâmetro apresentarem menor valor de  $D_s$  quando se utilizou a cera de carnaúba nas condições deste trabalho. Todavia, de acordo EMBRAPA (2011) torrões com diâmetro muito pequenos apresentam o inconveniente de apresentarem dificuldade no manuseio, o que contribui para erros na estimativa da  $D_s$ , entretanto, o uso de torrões muito grandes contribui para um gasto excessivo de material impermeabilizante que nem sempre corresponderá a melhor acurácia nos resultados.

## Conclusões

A cera de carnaúba pode ser utilizada como impermeabilizante de torrões na análise de densidade do solo.

Com exceção do Planossolo Háplico, o uso de torrões de diâmetro médio de 6 cm impermeabilizados com cera de carnaúba permite uma estimativa da densidade do solo similar àquela obtida pelo método do anel volumétrico.



## Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria 3.214 de 08 de julho 1978**. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho. Disponível em: <[http://www.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15-ANEXO13.pdf](http://www.mte.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO13.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FOLEGATTI, M. V. *et al.* Sampling equipment for soil bulk density determination tested in a Kandialdic Eutrudox and a Typic Hapludox. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 833–838, 2001. DOI: 10.1590/S0103-90162001000400027

OURIQUE, P. A. *et al.* Influência da cera de carnaúba no comportamento reológico de misturas usadas na moldagem por injeção em baixa pressão. **Cerâmica**, v. 61, p. 71–76, 2015. DOI: 10.1590/0366-69132015613571848

PIRES, L. F. *et al.* Twenty-five years of computed tomography in soil physics: A literature review of the Brazilian contribution. **Soil and Tillage Research**, v. 110, n. 2, p. 197–210, nov. 2010. DOI: 10.1016/j.still.2010.07.013

SILVA, V. R. da; REICHERT, D. J. R. J. M. Comparação entre os métodos do cilindro e do torrão na determinação da porosidade e da densidade do solo. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 1065–1068, 2000. DOI: 10.1590/S0103-84782000000600025

SILVA, E. M. B. *et al.* Utilização de cera de abelhas na determinação da densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 955–959, 2003. DOI: 10.1590/S0100-06832003000500020

SIQUEIRA, G. M.; VIEIRA, S. R.; CEDDIA, M. B. Variabilidade de atributos físicos do solo determinados por métodos diversos. **Bragantia**, v. 67, p. 203–211, 2008. DOI: 10.1590/S0006-87052008000100025

SOUSA, C. C. M. *de et al.* Influência da densidade do solo infestado por nematoide no desenvolvimento inicial de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 475–479, 2014. DOI: 10.1590/S1415-43662014000500002

**Tabela 1.** Atributos físicos dos diferentes horizontes dos solos utilizados no experimento.

Classe de solo	Horizonte	Areia	Silte dag kg <sup>-1</sup>	Argila	Dp g cm <sup>-3</sup>	VTP cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup>
Latossolo Vermelho (LV)	A	516	269	215	2,55	0,44
Latossolo Vermelho (LV)	Bw	332	298	370	2,58	0,40
Nitossolo Vermelho (NV)	A	109	228	663	2,67	0,50
Nitossolo Vermelho (NV)	Bnítico	106	253	641	2,66	0,51
Planossolo Háplico (SX)	A	719	222	59	2,63	0,44
Planossolo Háplico (SX)	Bt	189	466	345	2,38	0,37

Volume total de Poros (VTP), obtido pela equação  $VTP = (1 - (Ds/Dp))$ ; Densidade de Partículas (Dp); Densidade do solo (Ds).

**Tabela 2.** Médias de densidade do solo (Ds) em função da utilização de diferentes produtos para impermeabilização do torrão e comparação com o método do anel volumétrico em solos de ocorrência no município de Janaúba-MG.

Horizonte	Diâmetro médio do torrão	Densidade do Solo (g cm <sup>-3</sup> )		
		Parafina	Impermeabilizante Cera de Carnaúba	Anel Volumétrico
<b>Latossolo Vermelho</b>				
A	4	1,64 aA*	1,57 aA*	1,43
	6	1,62 aA*	1,56 aA	1,43
Bw	4	1,60 aA	1,57 aA	1,54
	6	1,58 aA	1,61 aA	1,54
<b>Nitossolo Vermelho</b>				
A	4	1,38 aA	1,37 aA	1,34
	6	1,36 aA	1,35 aA	1,34
B nítico	4	1,33 aA	1,34 aA	1,30
	6	1,33 aA	1,27 aA	1,30
<b>Planossolo Háplico</b>				
A	4	1,64 aA*	1,61 aA*	1,47
	6	1,66 aA*	1,59 aA	1,47
Bt	4	1,73 aA*	1,71 aA*	1,51
	6	1,81 aA*	1,73 aB*	1,51

Para classes de solo e horizontes distintos, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de significância. Médias de Ds seguidas de asterisco diferem do tratamento controle (determinação da Ds pelo método do anel volumétrico) pelo teste Dunnett ao nível de 5% de significância.