

COMPARAÇÕES ENTRE MÉTODOS PARA A DETERMINAÇÃO DE UMIDADE DO SOLO

S. O. FONSECA¹, B. H. G. FARIA¹, J. COSTA¹, A. LIPARIZI Jr.¹, G. L. ARAUJO¹, E. F. REIS².

RESUMO: A determinação da umidade do solo pode ser feita por vários métodos, sendo o método padrão, o estufa termogravimétrico, apesar deste método possuir elevado grau confiabilidade, ele apresenta grandes empecilhos como o elevado custo, e o tempo de resposta. Métodos alternativos, acessíveis práticos e confiáveis para a determinação da umidade, devem ser trabalhados a fim de sua devida comprovação. O objetivo da pesquisa foi comparar diferentes métodos de determinação de umidade, para isso um experimento no esquema fatorial 5x3 foi montado, sendo 5 métodos de determinação de umidade, e 3 níveis de umidade, com 3 repetições, num delineamento inteiramente casualizado. Conclui-se que os métodos do forno elétrico e microondas não se diferem estatisticamente do método padrão.

PALAVRAS CHAVE: determinação de umidade, irrigação, diferentes métodos.

COMPARISON BETWEEN METHODS FOR DETERMINATION OF SOIL MOISTURE

ABSTRACT: The determination of soil moisture can be done by various methods, the standard method, the thermogravimetric oven, although this method has high reliability, it presents major obstacles such as high cost, and uptime. Alternative, accessible and reliable for the practical determination of moisture, should be worked to its proper proof. The objective of this research was to compare different methods for determination of moisture, so an experiment in a factorial 5x3 was mounted, and 5 methods of determining moisture, and 3 levels of moisture, with 3 replications in a completely randomized design. It is concluded that the methods of the electric oven and microwave are not statistically differ from standard method.

KEYWORDS: determination of moisture, irrigation, different methods.

INTRODUÇÃO

A umidade do solo é de grande importância no estudo das suas características físico-hídricas, no estudo de processos do sistema solo-planta-atmosfera e no manejo da irrigação. O teor de umidade dos solos é uma importante ferramenta para tomada de decisões de natureza técnica e econômica no contexto da agricultura irrigada, pois, com essa determinação, ter-se-á

¹Graduando em agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural. Alto Universitário Centro, CEP: 29500-000, Alegre, ES, Brasil, Caixa-Postal: 16. Tel: (028) 9991-4506; E-mail: glaucio_araujo@yahoo.com.br

²Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal do Espírito Santo.

informações necessárias sobre a situação de estresse da planta, que pode decorrer tanto por falta quanto por excesso de água (Trintinalha *et al.*, 2004).

A umidade do solo, embora seja um conceito físico simples, apresenta limitações em sua determinação, de forma a se obter um valor representativo devido à inerente variabilidade espacial e temporal das características físicas do solo (Gonçalves *et al.*, 1999). Existem várias maneiras de se determinar a umidade de um solo, segundo métodos diretos ou indiretos, cada qual apresentando determinada precisão, tempo de resposta e custo do equipamento envolvido.

Como método direto, tem-se o método padrão de estufa, método do forno de microondas, método do forno elétrico e o método da evaporação direta da água em banho de óleo (EDABO), em balança analítica e artesanal.

O método padrão de estufa é um método de elevada precisão e serve de referência para a calibração de outros métodos (EMBRAPA, 1997). Seu principal inconveniente é o tempo de resposta (24 horas), além da necessidade de utilizar estufa e balança de precisão.

O método do forno microondas se baseia no fato das moléculas de água serem dipolos elétricos naturais, os quais sofrem rotação quando expostos a um campo eletromagnético. Segundo Aguilar (2001), o atrito molecular resultante gera calor instantânea e uniformemente na amostra de solo, perdendo água. As principais vantagens são a redução no consumo de energia e a significativa redução no tempo de secagem (Souza *et al.*, 2002).

O método do forno elétrico, assim como o método do microondas, é um método desenvolvido com o objetivo de reduzir o consumo de energia e o tempo de secagem do solo. É um método com grande potencial de utilização pelos produtores e técnicos para se medir a umidade do solo, visto que é simples, rápido, e de baixo custo de aquisição e execução.

O método da evaporação direta da água em banho de óleo (EDABO) pode ser realizado utilizando balança analítica ou equipamento artesanal para se efetuar a pesagem. Quando artesanal, sua precisão depende dos cuidados na sua construção e operação. Fornece o valor de umidade instantaneamente, sendo de grande potencial para trabalhos em fazendas (Mantovani *et al.*, 2007).

O objetivo do trabalho foi comparar os métodos diretos de determinação da umidade do solo: método padrão de estufa, método do forno de microondas, método do forno elétrico e o método da evaporação direta da água em banho de óleo (EDABO), em balança analítica e artesanal.

MATERIAL E METODOS:

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal do Espírito Santo, para comparar os diferentes métodos de determinação de umidade do solo, foram utilizados 3 diferentes níveis de umidade em um latossolo vermelho-amarelo, obtidos por meio do acréscimo de diferentes quantidades de água em recipientes contendo a mesma quantidade de solo, e encubando para a homogeneização durante 24 horas.

Os métodos de determinação utilizados foram: método padrão de estufa (PE), método do forno microondas (FM), método do forno elétrico (FE), método da evaporação direta da água em banho de óleo utilizando equipamento artesanal (EA) e método da evaporação direta da água em banho de óleo utilizando balança de precisão (EB). Portanto o trabalho foi desenvolvido em esquema fatorial 5x3 sendo 5 diferentes métodos para a determinação de umidade, e 3 diferentes níveis de umidade, com 3 repetições, num delineamento inteiramente casualizado.

A maioria dos métodos de determinação de umidade termogravimétricos utilizam a equação 1 para o cálculo do teor de umidade em base seca.

$$\%U_{bs} = \frac{(M1 - M2)}{(M2 - M3)} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

%U_{bs}= umidade gravimétrica em base seca;

M1= Peso do solo + Peso do recipiente;

M2= Peso do solo seco + Peso do recipiente;

M3= Peso do recipiente.

Para a determinação da umidade utilizando o método padrão de estufa (PE) foram retiradas três cápsulas de alumínio do solo que foi previamente preparado. As cápsulas de alumínio foram pesadas e mantidas em estufa 105°C por 24 horas, após este período as amostras foram levadas para esfriar em dessecador e posteriormente foram pesadas, segundo EMBRAPA (1997), calculou-se a porcentagem de umidade do solo pela equação 1.

No método do forno microondas (FM), inicialmente pesou-se os béqueres de 250 mL, pesou-se então aproximadamente 15 g de amostra de solo que foi colocada nos béqueres, os recipientes foram levados ao forno de microondas doméstico com a seguinte rampa de aquecimento: 7 minutos a 100% da potência e 3 minutos a 50% da potência. Após saírem do forno microondas as amostras foram levadas para esfriar em dessecador e posteriormente foram pesadas. Calculou-se a porcentagem de umidade do solo pela equação 1.

No método do forno elétrico (FE), inicialmente pesaram-se as cápsulas de alumínio, pesou-se então aproximadamente 15 g de amostra de solo adicionando-as às cápsulas, o forno elétrico

foi previamente aquecido por 5 minutos, com o seletor de temperatura na posição de temperatura média. Os recipientes foram levados ao forno durante 30 minutos. As cápsulas foram retiradas do forno, postas para esfriar em dessecador e posteriormente pesadas. Calculou-se a porcentagem de umidade do solo pela equação 1.

No método da evaporação direta da água em banho de óleo utilizando equipamento artesanal (EA), por meio do contrapeso, o braço foi nivelado, colocou-se então o peso padrão de 100g, para o novo equilíbrio, colocou-se a amostra de solo úmido, que corresponde a 100g. Acrescentou-se óleo vegetal até cobrir a amostra de solo (150mL aproximadamente), esta mistura foi homogeneizada, colocou-se um termômetro (0-260°C) na massa óleo-solo com cuidado para não encostar no fundo do recipiente. Nivelou-se novamente o braço. O recipiente contendo a mistura homogênea de solo e óleo foi aquecido até atingir 180°C. Nesse momento o fogo foi abafado. Com a evaporação da água do solo, a balança pende para o lado esquerdo, utilizando uma seringa hospitalar graduada o equilíbrio do sistema foi restabelecido acrescentando água em um recipiente apropriado, a quantidade de água utilizada para o novo equilíbrio do sistema representa o teor de umidade do solo, na base úmida. Para a transformação do resultado para umidade na base seca, utilizou-se a equação 2.

$$\%U_{bs} = \frac{(\%U_{bu} \times 100)}{(100 - \%U_{bu})} \quad (2)$$

Em que:

$\%U_{bs}$ = umidade gravimétrica em base seca;

$\%U_{bu}$ = Umidade base úmida.

No método da evaporação direta da água em banho de óleo utilizando balança de precisão (EB) o procedimento é similar ao método artesanal, exceto na pesagem da quantidade de solo utilizada, e também na determinação da água evaporada, estas etapas são realizadas utilizando balança de precisão.

Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software SAEG 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para cada método de determinação de umidade, em cada nível de umidade estão apresentados na tabela 1.

O método padrão de estufa é o método utilizado para a calibração dos demais métodos, sendo assim ele será adotado como padrão na discussão dos demais métodos.

Tabela 1. Umidade nos diferentes métodos e nos diferentes níveis de umidade

Nível	Método de determinação				
	PE	FM	FE	EB	EA
1	25.705 BCc	25.281 Cc	25.410 Cc	27.261 ABc	27.889 Ac
2	32.001 BCb	31.749 Cb	31.727 Cb	33.599 ABb	35.260 Ab
3	36.074 Ca	35.831 Ca	35.670 Ca	37.828 Ba	42.186 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas resultados não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas resultados não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos dois primeiros níveis de umidade os métodos do forno microondas, do forno elétrico e do EDABO utilizando balança de precisão não diferiram estatisticamente do método padrão, já o método EDABO artesanal, superestimou os valores de umidade.

No terceiro nível de umidade do solo novamente os métodos do forno microondas, do forno elétrico não se diferenciaram estatisticamente do método padrão, já os dois métodos utilizando a metodologia EDABO superestimaram os valores de umidade.

O gráfico 1 apresenta os valores de umidade gravimétrica, nos diferentes níveis de umidade para os diferentes métodos de determinação de umidade.

Observa-se que para todas as situações, os métodos de determinação de umidade em forno microondas e em forno elétrico não apresentaram diferença estatística com o método padrão de estufa. Esses resultados demonstram que os métodos de determinação de umidade em forno microondas e em forno elétrico são eficientes, podendo ser utilizados para a determinação da umidade.

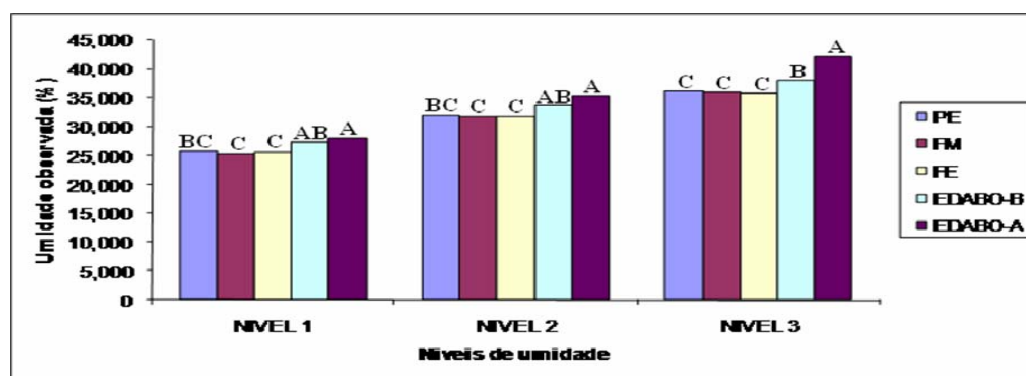


Gráfico 1. Barras seguidas pela mesma letra dentro de cada nível não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o método do forno microondas, resultados similares foram obtidos por Souza *et al.* (2002), concluindo que o procedimento proposto apresenta-se como uma alternativa ao método convencional de determinação de umidade.

O método do forno elétrico mostra-se como a melhor alternativa ao produtor devido ao seu baixo custo de aquisição (Aproximadamente R\$70,00 o forno e R\$ 80,00 a balança), praticidade e rapidez de execução (aproximadamente 45 minutos cada bateria com 5 amostras).

Os resultados indicam que o método EDABO apresenta maior erro na determinação de umidade do solo, sendo que maiores cuidados devem ser tomados no emprego deste método, principalmente na metodologia do equipamento artesanal, onde a construção e manuseio do equipamento são as principais fontes de erro.

CONCLUSÕES:

Os métodos de determinação de umidade que utilizam o forno elétrico e o forno microondas são eficientes e podem ser utilizados, pois eles não diferiram estatisticamente do método padrão em todos os níveis avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGUILAR, J. A. G. Procesamiento de materiales por medio de microondas em la FIME. Ingenierías, Nuevo León, v. 4, n. 13, n., p. 32-39, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

GONÇALVES, A.C.A. *et al.* Estabilidade temporal da distribuição espacial da umidade do solo em área irrigada por pivô central. Rev. Bras. Cienc. Solo, Viçosa, v.23, p. 155-164, 1999.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. Irrigação: princípios e métodos. 2. ed. Viçosa: UFV, 2007.

SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; RASSINI, J.B. Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de microondas doméstico. EMBRAPA: São Carlos, 2002. (Circular Técnica Nº 33).

TRINTINALHA, M.A.; GONÇALVES, A.C.A.; TORMENA, C.A.; COSTA, A.C.S.; FOLEGATTI, M.V.; FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R. Comparação dos sistemas TDR e ECHO para medida de umidade, em um solo argiloso e em areia. Acta Scientiarum: Agronomy, Maringá, v. 26, n. 3, p. 353-360, 2004.