

IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO: DISCO SATURADO *VERSUS* ÁREA SUPERFICIAL MOLHADA

CLAUDINEI F. SOUZA¹, MARCOS V. FOLEGATTI², THOMAS H. C. DAROZ³, CLAUDIO R. SILVA⁴

¹Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Taubaté, UNITAU, Taubaté, SP, (012) 225.4297 e Pós-doutorando Esalq-USP, e-mail: claudinei@unitau.br, home page: www.claudineifsouza.hpg.com.br.

²Prof. Associado do Depto. Engenharia Rural, Esalq/USP, Piracicaba-SP.

³Graduando em Engenharia Agrônômica, Depto. Engenharia Rural, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

⁴Eng. Agrônomo, Dr., Bolsista CNPq, Embrapa Meio-Norte

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa – PB

RESUMO: O objetivo principal do dimensionamento de um sistema de irrigação por gotejamento é escolher adequadamente os componentes e o layout do sistema para promover a distribuição precisa da água (e fertilizante) para todas as plantas ao longo do campo. Desta forma, propõe-se neste trabalho estudar a relação entre o disco saturado e a área superficial molhada, avaliando-se os efeitos na relação água-solo, durante o processo de formação do bulbo molhado. O ensaio foi realizado em condições de solo deformado, sendo aplicado 1 L de água a cada uma hora até a frente de molhamento tocar no fundo do recipiente, por meio de gotejadores com diferentes vazões (2, 4 e 8 L/h). O monitoramento do volume de solo molhado foi realizado, utilizando sondas de TDR. O tamanho do disco saturado e o avanço da frente de umedecimento da superfície do solo foi monitorado por meio de uma régua milimetrada. Com os resultados apresentados nesta pesquisa pôde-se concluir, que: existe uma relação direta entre a evolução do disco saturado e a área superficial molhada para condições de laboratório, a qual demonstrou a possibilidade em antecipar perdas de água durante o processo de formação do bulbo molhado.

PALAVRAS CHAVES: irrigação, bulbo molhado, Sonda de TDR.

DRIP IRRIGATION: SATURATED DISC VERSUS SUPERFICIAL WETTED AREA

ABSTRACT: The mainly goal of a drip system design is to choose the appropriate components and layout to attain adequate distribution of water (and fertilizer) throughout the field. The experiment intends to study the evolution of the saturated disc versus superficial wetted area, being evaluated the effects in the relationship water-soil during wetted volume formation process. The experiment was accomplished in deformed soil conditions, being applied 1 L of water every one hour until the wetted front to reached the bottom of box, by emitters with different rates (2, 4 and 8 L/h). The soil wetted volume measurements was carried out using TDR probes. The saturated disc and wetting front process was monitored by rule. The results could be concluded, that: there is a direct relationship between the saturated disc evolution and the superficial wetted area for laboratory conditions, which demonstrated the possibility in advancing water losses during wetted bulb formation process.

KEYWORDS: irrigation, wetted bulb, TDR probe.

INTRODUÇÃO: O objetivo principal do dimensionamento de um sistema de irrigação por gotejamento é escolher adequadamente os componentes e o layout do sistema para promover a distribuição precisa da água (e fertilizante) para todas as plantas ao longo do campo, considerando e respeitando fatores econômicos, operacionais e ambientais. Desta forma, o conhecimento da distribuição da água no solo torna-se de fundamental importância para a agricultura, sobretudo na estimativa de sua variação, na otimização do manejo do solo e da água.

Para algumas culturas como flores, plantios adensados, árvores jovens e plantas com raízes limitadas, é preciso sobrepor os volumes de solo molhado (bulbo molhado). Assim, os espaçamentos entre os

emissores devem sofrer adaptações para suprir as exigências de água da cultura, cujas adaptações devem estar baseadas nas propriedades hidráulicas do solo e a taxa de aplicação do emissor. Neste sentido, o disco saturado (poça d'água, que permanece sobre o solo durante o processo de infiltração) e o avanço da frente de umedecimento na superfície do solo são informações intimamente ligadas à variação espacial das propriedades físicas do solo, as quais adicionam variações na distribuição da água aplicada pelos gotejadores. Estas variações no volume de solo molhado são um problema à estimativa adequada do número de gotejadores por planta e de sua localização em relação às plantas ou fileiras de plantas; além disso, perdas por percolação decrescem a eficiência do sistema de irrigação e, em assim sendo, o sucesso de um sistema de irrigação por gotejamento será possível se houver um entendimento do processo da distribuição da água no solo. A compreensão inadequada desses processos associa-se, no Brasil, ao uso incorreto desta técnica, na maioria das vezes devido à utilização de informações empíricas, retiradas da literatura e apresentadas na forma de tabelas e fórmulas e que podem ser encontrados na literatura (Ould Mohamed El-Hafedh et al., 2001). Deste modo, o conhecimento da evolução do disco saturado e da área superficial molhada podem ser extremamente útil no dimensionamento do projeto e no manejo de irrigação, possibilitando a determinação de critérios de projeto, como área molhada pelo gotejador, dimensões do bulbo molhado, eficiência dos sistemas e posicionamento de sensores de umidade e de potencial. Para fornecer elementos básicos para o dimensionamento da irrigação por gotejamento, estudou-se a relação entre o disco saturado e a área superficial molhada, avaliando-se os efeitos na relação água-solo, durante o processo de formação do bulbo molhado.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Rural – ESALQ/USP, em um ambiente protegido de 100 m². Os recipientes utilizados foram caixas de PVC com dimensões de 0,65 m de altura e 1,10 m de diâmetro.

O Solo deformado, pertencente ao grande grupo Latossolo Vermelho Amarelo, foi coletado de uma camada superficial (0-0,30 m) no campo experimental da ESALQ/USP, após seco, foi peneirado em tamis de 2 mm e colocado no recipiente plástico em camadas de 0,05 m que foram, a seguir, levemente compactadas de forma a reproduzir sua condição original de campo. Em cada recipiente, 36 sondas de TDR contínuas foram instaladas em um único eixo central para a estimativa da umidade do solo em todo bulbo molhado, conforme pode ser visto nas Figura 1. As sondas de medição foram distribuídas simetricamente com espaçamento de 0,10 m (Figura 1A), formando uma malha vertical e horizontal, de duas dimensões, onde cada sonda representa uma área de 0,01 m² (Figura 1B), promovendo “medidas pontuais” em duas direções a partir do emissor. Assim, observou-se a formação do bulbo molhado para as vazões de 2, 4 e 8 L/h aplicando-se 1 L de água a cada uma hora até a frente de molhamento tocar no fundo do recipiente. Um sistema com frasco de Mariote foi utilizado para manter a pressão no gotejador constante.

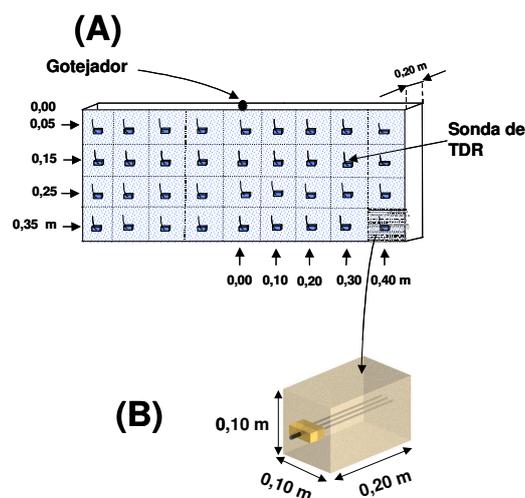


FIGURA 1. Esquema de montagem do ensaio experimental.

O tamanho do disco saturado formado no momento da infiltração e o avanço da frente de umedecimento da superfície do solo foram monitorados por meio de uma régua milimetrada (Figura

2). Desta forma pôde-se avaliar o disco saturado e a área superficial molhada em função do tempo e volume aplicado. Foi monitoramento, também, as dimensões do volume de solo molhado através das sondas de TDR. A partir de uma única sonda pontual foi possível estimar a umidade no solo. Paralelamente, foi simulado um volume de solo explorado pelo sistema radicular efetivo para uma cultura hipotética (0,50 x 0,50 x 0,40 m, respectivamente, comprimento, largura e profundidade), o qual, foi utilizado para observar a percolação da água aplicada pelo gotejador posicionado no ponto central deste.

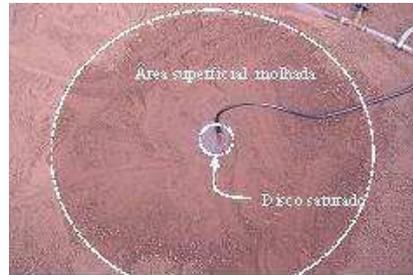


FIGURA 2. Modelo ilustrativo do disco saturado e da área superficial molhada.

Os resultados da evolução do disco saturado versus a área superficial molhada permitiram obter informações sobre as dimensões do bulbo molhado para auxiliar no dimensionamento e manejo da irrigação por gotejamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os discos saturados alcançaram estabilidade após a 6^a aplicação da água no solo, conforme pode ser verificado na Figura 3. Inicialmente, as áreas dos discos saturados foram de 0,00008 m² (0,8 cm²), 0,00008 m² (0,8 cm²) e 0,005 m² (50 cm²) atingindo os ápices em 0,0011 m² (11 cm²), 0,0025 m² (25 cm²) e 0,0132 m² (132 cm²), simultaneamente para as vazões de 2, 4 e 8 L/h. A partir das estimativas da área superficial molhada no solo, verificou-se uma expansão desta condizente com a evolução do disco saturado para as diferentes vazões. Os raios horizontais dos bulbos alcançaram, para as vazões de 2, 4 e 8 L/h, 0,15 m (0,07 m²); 0,14 m (0,06 m²); 0,16 m (0,08 m²) e 0,24 m (0,18 m²); 0,27 m (0,23 m²); 0,22 m (0,15 m²), após a infiltração da 1^a e da última aplicação da água no solo, respectivamente. Também, nota-se uma tendência de estabilidade nessa variável uma aplicação após a consolidação notada na área do disco saturado. Os resultados concordam com Bresler (1978) e Ould Mohamed El-Hafedh et al. (2001) que descrevem um incremento no raio superficial horizontal do bulbo molhado, em ensaios de campo, com o aumento do volume de água aplicado.

A percentagem de área molhada depende de fatores relacionados ao espaçamento, vazão dos gotejadores e propriedades físicas do solo, porém a área mínima ideal para o dimensionamento do sistema não está ainda definida, sendo razoável, segundo Keller & Bliesner (1990) considerar-se uma percentagem inferior a 67% para regiões áridas e superior a 33% para regiões de irrigação complementar. Neste caso, as percentagens observadas (18, 23 e 15 %), concomitantemente 2, 4 e 8 L/h, não concordam com o recomendado; entretanto, considerou-se a área superficial total da caixa de solo para este cálculo. Paralelamente e dentro deste contexto, surge a importância de alterar a área superficial molhada com a combinação de espaçamentos entre gotejadores. Uma menor área molhada reduz a perda de água por evaporação; obrigatoriamente, o fator econômico se impõe em contrapartida aos seus investimentos no projeto com o aumento de gotejadores e, sendo assim, essas evidências despertam a necessidade de se estudar diferentes combinações de espaçamento entre gotejadores. Os resultados demonstraram existir uma forte correlação entre área superficial molhada e o disco saturado para o solo em estudo. Também, os resultados apontam que para o solo em estudo o movimento vertical da água é extremamente acentuado, pois o disco saturado e a área superficial molhada alcançaram a estabilidade após a 6^a aplicação da água no solo e o volume de solo molhado continuou ganhando profundidade, sendo superado o volume de controle. Por si só, justifica-se a importância de estudos sobre a relação entre o disco saturado e a área superficial molhada visando reduzir perdas por percolação, uma vez que, os resultados são capazes de antecipar uma tendência de provável contribuição com o aumento do lençol freático que, conseqüentemente poderá induzir uma contaminação das águas subterrâneas e superficiais, caso seja utilizado a aplicação de insumos agrícolas via água de irrigação. Do mesmo modo, essa condição irracional pode gerar um incremento

nos custos variáveis da produção agrícola, com o desperdício de energia, mão-de-obra, fertilizantes, água, etc.

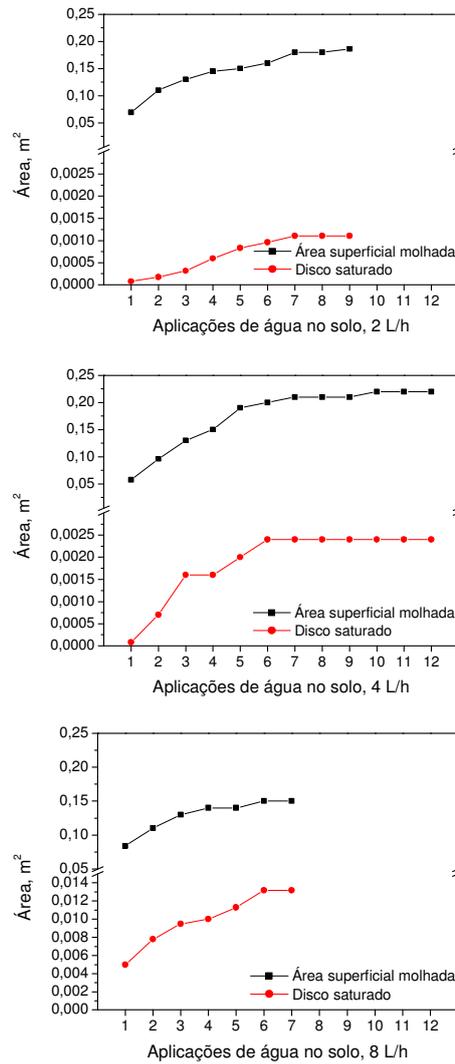


FIGURA 3. Área superficial molhada dos bulbos e disco saturado observados.

CONCLUSÕES: Existe uma relação direta entre a evolução do disco saturado e a área superficial molhada para condições de laboratório, a qual demonstrou a possibilidade em antecipar perdas de água durante o processo de formação do bulbo molhado.

AGRADECIMENTOS: À FAPESP pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BRESLER, E. Analysis of trickle irrigation with application to design problem. *Irrigation Science*, Heidelberg, v.1, p.3-17, 1978.

KELLER, J.; BLIESNER, R. Sprinkle and trickle irrigation. New York: Chapman and Hall, 1990. 652p.

OULD MOHAMED EL-HAFEDH, A.V.; DAGHARI, H.; MAALEJ, M. Analysis of several discharge rate-spacing-duration combinations in drip irrigation system. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.52, p.33-52, 2001.