

EFEITO DA ALTURA DA CAMADA FILTRANTE NA PERDA DE CARGA DE FILTROS DE AREIA

R. Testezlaf¹ e E. E. Matsura²

RESUMO: A presença de material sólido suspenso na água de irrigação é um fator que pode afetar o desempenho de sistemas de irrigação localizada. O correto dimensionamento de filtros de areia é essencial para reduzir a obstrução de emissores, manter a sua uniformidade de aplicação de água, evitando o aumento nos custos de operação e manutenção do sistema. Apesar da existência de algumas referências sobre o projeto desses filtros na literatura, ainda não se dispõe de procedimentos que permitam simular o dimensionamento e o desempenho dos mesmos, quando empregados em sistemas de irrigação. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é, a partir de dados experimentais de perda de carga em filtro de areia e da aplicação de equações empíricas para a determinação da perda de carga da camada filtrante, buscar o entendimento do efeito da altura da camada filtrante sobre a perda de carga que ocorre no processo de filtração. A metodologia utilizada permitiu distinguir a perda de carga correspondente à camada filtrante com diferentes alturas mas, novas pesquisas são necessárias para validar o modelo.

PALAVRAS-CHAVE: filtração, irrigação localizada, meios porosos

EFFECTS OF MEDIA HEIGHT IN SAND FILTERS HEAD LOSS

SUMMARY: The presence of suspended solids in irrigation water is a factor that may affect the performance of localized irrigation systems. The proper design of sand filters is essential to reduce the emitters clogging, to keep its water application uniformity, and to prevent increase in operation costs and system maintenance. Despite the existence of some references on these filters design in the literature, it is not yet available procedures that allow simulating its performance in different operation conditions used in irrigation systems. Therefore, the objective of this work is to evaluate the effect of the height of the media layer, on the head loss that occurs in the filtering process. It was compared experimental data of head loss in sand filter and values obtained by the application of empirical equations that simulate the filtering process. The proposed methodology allowed to differentiate the head loss

¹ Professor Titular, Faculdade de Engenharia Agrícola (UNICAMP), Caixa Postal: 6011, CEP: 13083-970, Campinas, SP, Fone: (19) 37881000. e-mail: bob@agr.unicamp.br.

² Professor Adjunto, , Faculdade de Engenharia Agrícola (UNICAMP).

corresponding to the media layers with different heights but, future research is still necessary to validate the model.

KEYWORDS: filtration, localized irrigation, porous media

INTRODUÇÃO: A alta eficiência que se espera de sistemas de irrigação localizada está diretamente associada à uniformidade de aplicação de água dos emissores. A ocorrência da obstrução ou entupimento desses acessórios afeta essa característica de desempenho, prejudicando a operação do sistema e reduzindo as chances de sucesso do uso da irrigação. Portanto, a garantia da qualidade de água durante toda a sua utilização, principalmente considerando os seus aspectos físicos, químicos e biológicos é essencial para se atingir o potencial que esses sistemas de irrigação tem a oferecer para os produtores agrícolas. Segundo DASBERG & BRESSLER (1985), a utilização de filtros de areia em sistemas de irrigação localizada é efetiva para a retenção de materiais sólidos em suspensão, como algas, outros materiais orgânicos, areias finas e partículas de silte. ZIER & HILLS (1987) afirmaram que na seleção de filtros é preciso buscar boa eficiência energética para a vazão de projeto e para as características de perda de carga, viabilizando assim a operação adequada de sistemas de irrigação localizada. Para HAMAN et al. (1994) a eficiência de filtragem nesses filtros é medida pela sua capacidade de remover partículas de um determinado tamanho e, seu valor aumenta com a redução da granulometria do meio. Adicionalmente VERMEREIN & JOBLING (1994) acrescentam que, até certo ponto, a espessura da camada filtrante, a vazão e a pressão que a água exerce sobre a superfície filtrante também afetam a eficiência desse equipamento, recomendando que a altura da camada filtrante dentro do filtro não deve exceder de 0,5 a 1,0 m. Outro parâmetro importante para o dimensionamento de filtros é a determinação da perda de carga ou a diferença de pressão que é causada pela passagem da água de irrigação pelo interior do filtro, resultante da resistência das partículas do meio filtrante ao movimento da água e das perdas de atrito na estrutura hidráulica dos filtros. DASBERG & BRESSLER (1985), citaram que a perda de carga característica para um filtro de areia limpo é de aproximadamente 20 kPa, e segundo NAKAYAMA & BUCKS (1986) esse equipamento deve ser retrolavado quando atingir uma perda de 100 kPa ou de 69 kPa. MATSURA et al. (1989) compararam a perda de carga para três alturas de camada filtrante (19,0; 28,5 e 49,0 cm) para a condição de filtro limpo, concluindo que os valores de perda de carga total dos filtros se mantiveram praticamente constantes, sendo que o filtro com camada de 0,40 m apresentou valores um pouco superiores para os maiores valores de vazão ensaiados. O processo de filtragem no interior de filtros de areia pode ser simulado a partir de

modelos de escoamento em meio poroso e seu entendimento é essencial para a otimização do fenômeno e na busca de soluções tecnológicas que viabilizem o acesso de pequenos agricultores à sua utilização, devido as limitações de custos. TRUSSEL & CHANG (1999) desenvolveram um modelo de simulação para determinação da perda de carga em filtros limpos de areia baseado na equação de Forchheimer, aplicando modelos empíricos na teoria hidrodinâmica existente.

Mediante a aplicação do modelo proposto por TRUSSEL & CHANG (1999) nos dados experimentais da pesquisa desenvolvida por MATSURA et al. (1989), esse trabalho apresenta um estudo inicial de validação do modelo para filtros de areia, buscando o entendimento do efeito da altura da camada filtrante sobre a perda de carga que ocorre no processo de filtração.

MATERIAL E MÉTODOS: Foi desenvolvida uma planilha eletrônica para simulação do processo de perda de carga em filtros de areia, utilizando o modelo proposto por TRUSSEL & CHANG (1999), onde foram aplicados os dados experimentais da pesquisa desenvolvida por MATSURA et al. (1989).

Modelo de TRUSSEL & CHANG (1999). Os autores sugerem a utilização do modelo não linear de Forchheimer para estimar o valor de perda de carga a partir de características do meio filtrante e do filtro utilizado.

$$\frac{\Delta H}{\Delta L} = \alpha_F V + \beta_F V^2$$

sendo: ΔH = perda de carga no meio filtrante [L], ΔL = altura da camada filtrante [L]; V = velocidade superficial (L.T⁻¹); α_F = coeficiente de permeabilidade associado à componente linear da perda de carga e β_F = coeficiente de permeabilidade associado à componente não linear da perda de carga. Os valores de α_F e β_F foram calculados a partir das equações recomendadas por TRUSSEL & CHANG (1999), utilizando-se os valores de parâmetros referentes ao filtro ensaiado por MATSURA et al. (1989).

Condições experimentais utilizadas por MATSURA et al. (1989): Os ensaios foram realizados no Campo Experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, em um sistema de filtração utilizado para irrigação por gotejamento. O filtro de areia possuía diâmetro interno de 0,66 m, com altura da câmara de filtração de 0,72 m. O material filtrante era constituído de areia média com diâmetro efetivo de 0,55 mm e com coeficiente de uniformidade igual a 1,45, estimados a partir de análise granulométrica. A água utilizada no experimento era proveniente de um reservatório com volume de 2.500 m³,

revestido com lona plástica. A perda de carga no filtro foi estimada para três alturas da camada filtrante: 0,195; 0,285 e 0,400 m, que correspondiam respectivamente a 26%, 40% e 55% da altura da câmara de filtragem. A vazão foi estimada utilizando-se um medidor tipo Venturi, e a perda de carga por manômetros diferenciais de coluna de mercúrio. A Tabela 1 apresenta os valores utilizados na simulação da perda de carga no meio filtrante

Tabela 1: Dados utilizados na simulação da perda de carga do meio filtrante.

Vazão de Ensaio ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	Velocidade ($\text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)	Porosidade ε	α_F	β_F
8,0	6,50	0,45	129,13	2516,96
12,0	9,75			
16,0	13,00			
20,0	16,25			

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A partir dos valores de perda de carga no filtro para diferentes camadas do elemento filtrante confeccionou-se a Figura 1.

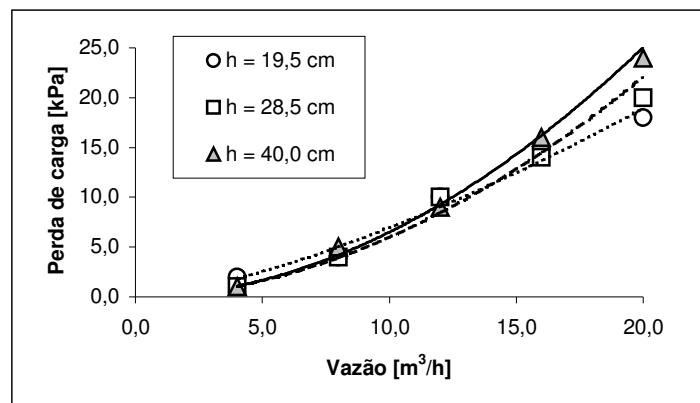


Figura 1: Perda de carga para três alturas da camada filtrante de areia (Fonte: Matsura et al., 1989)

Avaliando-se as três condições de ensaio, pode-se afirmar que os valores de perda de carga total dos filtros se mantiveram praticamente constantes, com o filtro que tinha camada com altura de 0,40m, apresentando valores levemente superiores para os maiores valores de vazão. O comportamento da variação de perda de carga total do filtro em função da vazão foi exponencial.

A aplicação dos dados experimentais no modelo permitiu estimar a contribuição que cada camada filtrante proporcionou à perda de carga total. A Figura 2 apresenta os dados de perda de carga experimental para o filtro (H_{f_c}), separando o comportamento da camada filtrante (H_{f_c}) de 0,195 m de altura.

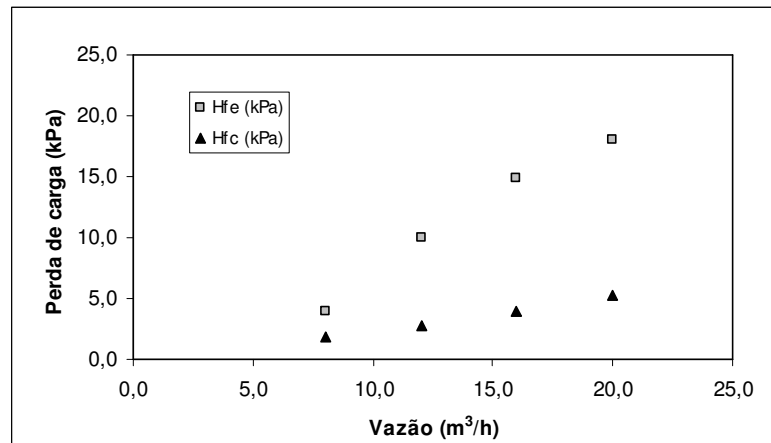


Figura 2: Perda de carga no filtro e na camada filtrante com 0,195 m.

Os dados de perda de carga experimental para o filtro com a camada filtrante de 0,285 m de altura estão apresentados na Figura 3, incluindo a simulação da perda de carga da camada filtrante.

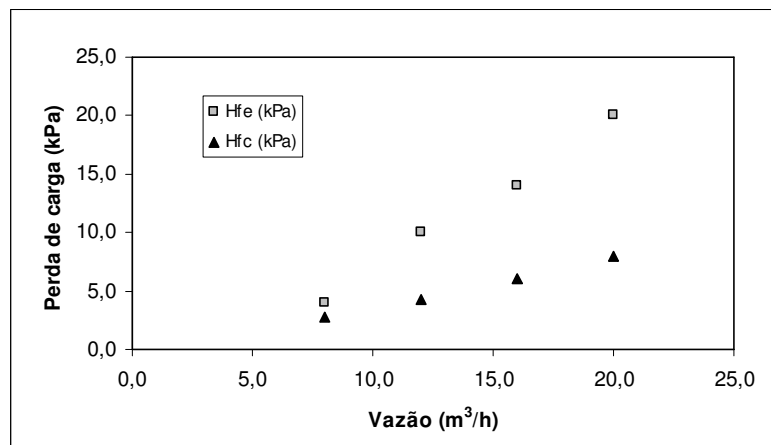


Figura 3: Perda de carga no filtro e na camada filtrante com 0,285 m.

A contribuição da perda de carga correspondente a simulação da camada de areia com 0,40 m de altura é comparada com os dados de perda de carga experimental para o filtro na Figura 4.

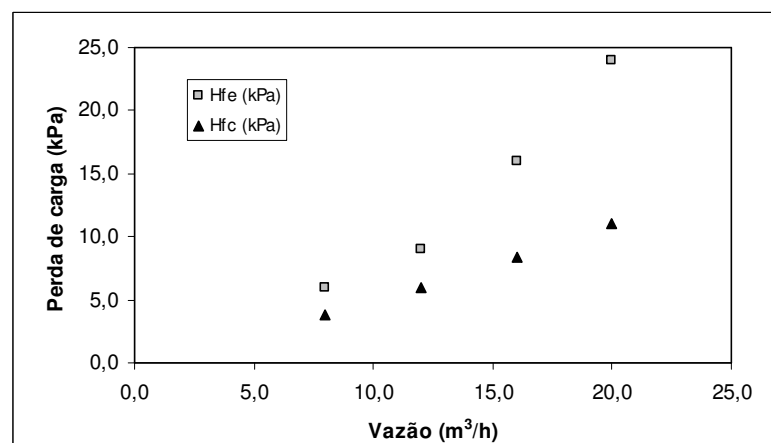


Figura 4: Perda de carga no filtro e na camada filtrante com 0,400 m.

Ao se analisar a contribuição das diferentes alturas de camadas de areia, verifica-se que o aumento na altura da camada filtrante proporcionou um aumento na perda de carga correspondente ao meio filtrante, aumentando assim a sua contribuição no valor total das perdas de carga. A perda de carga correspondente ao material filtrante apresentou uma variação linear da perda de carga em função da vazão para o intervalo ensaiado. Para a vazão recomendada de projeto para o filtro ensaiado de $15 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$, a perda de carga da camada filtrante contribuiu com aproximadamente 31%, 45% e 55% para as camadas de 0,19, 0,285 e 0,40 m, respectivamente.

CONCLUSÕES: A metodologia proposta permitiu distinguir a perda de carga correspondente à camada filtrante em diferentes alturas com relação à perda de carga total do filtro. Entretanto, pesquisas adicionais devem ser realizadas para validar a sua utilização e contribuir para o desenvolvimento de um modelo completo de simulação para determinação da perda de carga que incluam o efeito dos elementos hidráulicos em filtros de areia, contribuindo para o dimensionamento de filtros de areia e suas partes: meio filtrante e corpo do filtro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

DASBERG, S.; BRESSLER, E. **Drip Irrigation Manual**. Bet Dagan: International Irrigation Information Center. 1985. 95p.

HAMAN, D. Z.; SMAJSTRLA, A.G.; ZAZUETA, F.S.. Media filters for trickle irrigation in Florida. Fact Sheet AE-57. IFAS University of Florida. 5p. 1994.

MATSURA, E.E.; TESTEZLAF, R.; ALMEIDA NETO, J. A. Perda de carga nos filtros de areia e tela do sistema de irrigação por gotejamento. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola 18, 1989.Recife, **Anais ...Vol. II**. Jaboticabal: SBEA. 1989, p.584-607.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D.A. **Trickle Irrigation for Crop Production**. Phoenix, Arizona: U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service. 1986. 383p.

TRUSSEL, R. R.; CHANG, M..Review of flow through porous media as applied to head loss in water filters. **Journal of Environmental Engineering**. ASCE. v.25, n.11, p.998-1006, 1999.

VERMEREIN, L.; JOBLING, G.A. **Localized Irrigation**. Irrigation and Drainage Paper 36. Rome, Italy: FAO. 1994. 203p.

ZIER, K. R.; HILLS, J. D. Trickle irrigation screen filter performance as affected by sand size and concentration. **Transactions of ASAE**. St. Joseph, v.30, n.3. p.735-739, 1987