

EFEITO DAS CARACTERÍSTICAS DO LEITO FILTRANTE E DO DIFUSOR NO COMPORTAMENTO HIDRÁULICO DE UM MODELO DE FILTRO DE AREIA

GABRIEL DLOUHY ALCON¹, FÁBIO PONCIANO DE DEUS², MÁDILO LAGES VIEIRA PASSOS³

¹ Eng. Agrícola, Projetista de irrigação, Agropivot Irrigação, Patos de Minas – MG, dlouhyalcon@gmail.com.

² Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Recursos Hídricos, DRH/UFLA, Lavras - MG.

³ Eng. Agrícola, Doutorando, Depto. de Recursos Hídricos, DRH/UFLA, Lavras - MG.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: Vários fatores determinam no comportamento hidráulico durante a operação dos filtros de areia pressurizados. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito de dois leitos filtrantes (areia sílica e areia quartzo), duas profundidades da camada, três tipos de placa difusora e sete taxas de filtração, sobre a perda de pressão de um filtro de areia. Utilizou-se o filtro de areia comercial da Hidrosolo (modelo FA07). Os tratamentos foram dois meios filtrantes diferentes (areia sílica e areia quartzo), duas alturas de camada filtrante (0,225 e 0,45 m) e três modelos construtivos de placa difusora, uma placa proposta (PP), placa plana com bordas de 1,0 cm (PPC) e a original do fabricante (PO). Os efeitos foram avaliados segundo sete taxas de filtração (20, 30, 40, 50, 60, 75 e 100 m³ m⁻² h⁻¹). A perda de pressão aumentou conforme a taxa de filtração. A areia quartzo promoveu maior perda de pressão devido sua menor granulometria. A placa difusora proposta melhorou o desempenho hidráulico do equipamento, resultando em menor perda de pressão.

PALAVRAS-CHAVE: granulometria, perda de pressão, tratamento de água

EFFECT OF FILTER BED AND DIFFUSER CHARACTERISTICS ON THE HYDRAULIC BEHAVIOR OF A SAND FILTER MODEL

ABSTRACT: Several factors determine the hydraulic behavior during the operation of pressurized sand filters. In this sense, the objective was to evaluate the effect of two filter beds (silica sand and quartz sand), two layer depths, three types of diffuser plate and seven filtration rates, on the pressure drop of a sand filter. The commercial sand filter of the Hidrosolo (model FA07) was used. The treatments were two different filter media (silica sand and quartz sand), two filter layer heights (0.225 and 0.45 m) and three diffuser plate constructive models, a proposed plate (PP), flat plate with 1.0 cm borders (PPC) and the manufacturer's original (PO). The effects were evaluated according to seven filtration rates (20, 30, 40, 50, 60, 75 and 100 m³ m⁻² h⁻¹). The pressure loss increased as the filtration rate increased. Quartz sand promoted higher pressure loss due to its smaller particle size. The proposed diffuser plate improved the hydraulic performance of the equipment, resulting in lower pressure loss.

KEYWORDS: granulometry, pressure loss, water treatment

INTRODUÇÃO: Entre os equipamentos disponíveis no mercado, os filtros de areia pressurizados são bastante utilizados e recomendados para irrigação localizada por

apresentarem desempenho superior na retenção de partículas orgânicas e de algas (DURAN-ROS et al., 2009). Também apresentam grande faixa de remoção, capazes de reter partículas maiores que 12,5 µm (parte do silte), enquanto que os filtros de tela e de disco removem partículas maiores que 75 µm, possibilitando ainda acumular maiores quantidades de contaminantes ao longo da camada de areia, antes da realização da limpeza (TESTEZLAF, 2008). Já o desempenho dos filtros de areia depende do modelo de estrutura interna do equipamento (placa difusora e crepinas), pelas características físicas do leito filtrante, pela altura da camada filtrante, pela taxa de filtração e pela velocidade superficial utilizada na retrolavagem (TESTEZLAF et al., 2014). Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de duas composições de leito filtrante (areia sílica e areia quartzo), duas profundidades da camada, três tipos de placa difusora e sete taxas de filtração, sobre a perda de carga de um filtro de areia durante a filtração.

MATERIAL E MÉTODOS: Para avaliação da perda de carga do filtro de areia, construiu-se um módulo hidráulico em circuito fechado de circulação de água. O módulo era composto pelos seguintes equipamentos: um filtro de areia comercial da marca Hidrosolo (modelo FA07); um sensor de vazão do tipo rotor (GF Signet, modelo 3-2536-P0); dois registros instalados a montante e a jusante do filtro; duas tomadas de pressão do tipo integral instaladas antes e após o filtro; um transdutor de pressão diferencial MPX5700DP (Freescale Semiconductor Brasil, Campinas, São Paulo, Brasil), para registrar a perda de pressão do equipamento; um reservatório de água; uma motobomba da marca Schneider (modelo BC – 22R 1¼” 7.5 cv Trifásico 60 Hz 220/380 V); uma placa de aquisição de dados Campbell Scientific (modelo CR10); e um computador para visualização dos dados. O filtro de areia possuía diâmetro do corpo de 0,400 m, área transversal de filtração 0,125 m², diâmetro interno das tubulações de entrada e saída de 0,0508 m e altura útil do filtro de 0,600 m (distância entre a base da placa difusora e o nível superior dos drenos). Os tratamentos empregados resultaram da combinação de dois meios filtrantes diferentes (areia sílica e areia quartzo), duas alturas de camada filtrante (H1 = 0,225 m e H2 = 0,45 m – limite recomendado pelo fabricante), três modelos construtivos de placa difusora e sete taxas de filtração (20, 30, 40, 50, 60, 75 e 100 m³ m⁻² h⁻¹). Ao todo o experimento foi constituído de 84 tratamentos (2 x 2 x 3 x 7) com 3 repetições, perfazendo 252 ensaios. A areia sílica possuía diâmetro médio efetivo (D10) de 0,41 mm e coeficiente de uniformidade médio (CU) de 1,65. Ao passo que a areia quartzo apresentou D10 de 0,16 mm e CU de 2,39. Em que concerne aos difusores, foi avaliada a placa proposta por Mesquita et al. (2019a), porém com dimensões proporcionais ao diâmetro do filtro de areia avaliado (proporção de 40 cm por 50 cm), já que o autor projetou para um filtro de 50 cm. Também se utilizou um modelo plano com bordas de 1,0 cm. E por fim, a original do fabricante, plana sem bordas. Os dados obtidos de perda de pressão foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo teste F a 5% de probabilidade. Quando significativos, as médias dos fatores eram comparadas por meio do teste Tukey (P≤0,05). Executou-se as análises estatísticas com auxílio do software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: De acordo com os resultados da análise de variância houve efeitos significativos dos tratamentos isolados sobre a perda de pressão do filtro avaliado. Para as combinações duplas, somente a interação taxa de filtração x placa difusora não foi significativa. Constatou-se significância estatística para as interações triplas altura do leito x taxa de filtração x tipo de leito e para interação altura da camada x placa difusora x tipo de leito (P≤0,05). Não se observou interação quadrupla significativa entre os fatores. A Tabela 1 mostra os resultados do desdobramento altura da camada x material filtrante x taxa de filtração. Para uma mesma taxa de filtração, observou-se que o aumento na altura da camada elevou a perda de pressão, para os dois materiais do meio filtrante. Mesmo comportamento foi

relatado por Zaki et al. (2021), onde os autores observaram incrementos de perda de pressão nas maiores profundidades do leito filtrante.

TABELA 1. Desdobramento altura da camada x material filtrante x taxa de filtração, para a perda de pressão do filtro (kPa).

Taxa de filtração	Material Filtrante	Altura da camada filtrante	
		H1	H2
20	Quartzo	34,80bG	54,51aG
	Sílica	12,25aL	13,46aM
30	Quartzo	43,18AF	72,27aF
	Sílica	12,49bL	18,14aML
40	Quartzo	51,71bE	90,96aE
	Sílica	14,08bLK	23,07aL
50	Quartzo	61,49bD	110,04aD
	Sílica	17,98bKJ	28,55aK
60	Quartzo	71,71bC	131,47aC
	Sílica	21,82bJ	34,50aJ
75	Quartzo	87,71bB	165,53aB
	Sílica	28,38bI	44,92aI
100	Quartzo	121,69bA	226,09aA
	Sílica	41,69bH	65,48aH

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Com relação ao material filtrante, a areia quartzo proporcionou as maiores perdas de pressão para todas as taxas de filtração e alturas, comparativamente a areia sílica. Esse comportamento pode ser justificado em função da menor granulometria da areia quartzo (D10 = 0,6 mm). Mesquita et al. (2012) também relataram o mesmo comportamento e afirmaram que, de maneira geral, menores granulometrias determinam maior eficiência de remoção e maior incremento da perda de carga. A Tabela 2 apresenta os resultados do desdobramento altura da camada x material filtrante x placa difusora.

TABELA 2. Desdobramento altura da camada x material filtrante x placa difusora, para a perda de pressão do filtro.

Placa difusora	Material filtrante	Altura da camada filtrante	
		H1	H2
Placa proposta	Quartzo	53,08bC	119,62aB
	Sílica	20,08bF	31,87aC
Placa plana com bordas	Quartzo	69,59bB	120,12aB
	Sílica	17,14bE	32,85aC
Placa original	Quartzo	79,74bA	124,91aA
	Sílica	26,50bD	33,04aC

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Para a maior profundidade (H2), foram registrados os maiores valores de perda de pressão. Quanto maior a altura da camada filtrante (mais próxima da placa difusora), maior a deformação da superfície, afetando o comportamento hidráulico (MESQUITA et al., 2019). Com relação a influência do modelo de placa, as diferenças estatísticas foram mais evidentes na profundidade H1 onde a placa original proporcionou perdas mais altas para as duas areias. O projeto da placa não teve efeito significativo sobre a perda de pressão para a areia sílica na

H2.. De maneira geral, a placa proposta (PP) estimou os menores valores de perda de pressão para as duas alturas e materiais do leito filtrante. Utilizando o mesmo modelo de placa difusora (PP), Mesquita (2014) constataram que a placa apresentou menor ocorrência de vórtices, resultando em menor deformação da camada filtrante e, conseqüentemente, menor perda de pressão. Nesse sentido, supõe-se que as linhas de fluxo produzidas pela placa difusora original (PO) produziu maior resistência ao escoamento, sintoma característico da produção de vórtices.

CONCLUSÕES: A perda de pressão foi afetada pelo tipo material filtrante, profundidade do leito, modelo de placa difusora e taxa de filtração. A areia quartzo promoveu maior perda de pressão devido sua menor granulometria. Adicionalmente, o uso adaptado da placa difusora proposta melhorou o desempenho hidráulico do equipamento.

AGRADECIMENTOS: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS:

DURAN-ROS.; M.; PUIG-BARGUÉS, J.; ARBAT, G.; BARRAGÁN, J.; CARTAGENA, R.F. Effect of filter, emitter and location on clogging when using effluents. **Agricultural Water Management**, v. 96, p. 67-79, 2009.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

MESQUITA, M.; de DEUS, F. P.; TESTEZLAF, R.; DA ROSA, L. M.; DIOTTO, A. V. Design and hydrodynamic performance testing of a new pressure sand filter diffuser plate using numerical simulation. **Biosystems Engineering**, v. 183, p. 58-69, 2019.

MESQUITA, M. **Desenvolvimento tecnológico de um filtro de areia para irrigação localizada**. 2014. 169f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

MESQUITA, M.; TESTEZLAF, R.; RAMIREZ, J. C. S. The effect of media bed characteristics and internal auxiliary elements on sand filter head loss. **Agricultural Water Management**, v. 115, p. 178-185, 2012.

TESTEZLAF, R. Filtros de areia aplicados à irrigação localizada: teoria e prática. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 604-613, 2008.

TESTEZLAF, R.; de DEUS, F. P.; MESQUITA, M. **Filtros de areia na irrigação localizada**. Campinas: Unicamp, 2014. 66p.

ZAKI, M.G.H.; ABUARAB, M.E.S.; SULTAN, W.M.; KASSEM, M.A.E.W. Evaluation of friction head loss as a function of media filter performance via different underdrain types and media specifications. **AgricEngInt**, v. 23, p. 1-11, 2021.