



DIÂMETRO EFETIVO E COEFICIENTE DE UNIFORMIDADE DE AREIA UTILIZADA EM FILTROS EMPREGADOS NO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

Joaquim Alves de Lima Junior¹
Professor do Departamento de Solos e Engenharia Rural da,
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
joaquim.junior@ufra.edu.br

André Luiz Pereira da Silva²
Universidade Estadual Paulista – UNESP
Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia(Ciência do Solo)
andreengagronomo@gmail.com

RESUMO

A utilização de água contendo sedimentos em suspensão e sais têm causando sérios problemas em sistemas de irrigação localizada, reduzindo a vida útil de seus componentes, promovendo o entupimento de tubulações e emissores. Diante disto, a utilização de filtros de areia em tais sistemas de irrigação, confere uma melhor qualidade da água a ser utilizada, diminuindo os riscos de obstrução dos emissores, o que promoverá uma alta eficiência oriunda desse tipo de sistema. As partículas sólidas em suspensão na água de irrigação podem ter diferentes origens e de natureza distinta. É de fundamental importância para a eficiência destes filtros a qualidade da areia empregada como corpo filtrante, logo se torna necessário o conhecimento do diâmetro efetivo e do coeficiente de uniformidade da mesma. Neste trabalho, foram avaliadas quatro amostras de areia, com o objetivo de determinar o diâmetro efetivo das mesmas e o coeficiente de uniformidade. Os diâmetros efetivos obtidos a partir das amostras: 0,960 mm, 0,970 mm, 0,420 mm e 0,880 mm para as amostras: 1, 2, 3 e 4 respectivamente. Destacam-se as amostras de areia 1, 2 e 4 para utilização nos filtros de areia por apresentarem coeficientes de uniformidade dentro do estabelecido como ótimo. A amostra 4 é a mais recomendada, pois além de apresentar um coeficiente de uniformidade adequado, possui um menor valor de diâmetro efetivo em relação as amostras 1 e 2, o que possibilita melhor qualidade de água.

PALAVRAS-CHAVE: Filtro de areia, diâmetro efetivo, coeficiente de uniformidade.

DIAMETER AND EFFECTIVE COEFFICIENT OF UNIFORMITY OF SAND USED IN FILTERS USED IN IRRIGATION SYSTEM

ABSTRACT

The use of water containing suspended sediments and salts are causing serious problems in drip irrigation systems, reducing the life of your components, clogging pipes and emitters. Given this, the use of sand filters in such irrigation systems, gives a better quality of water being used, reducing the risk of clogging of emitters, which promote a high efficiency coming from this type of system. The suspended solids in irrigation water

may have different origins and of different nature. It is vital to the efficiency of these filters the quality of sand used as filter body, it soon becomes necessary to understand the effective diameter and coefficient of uniformity of it. In this study we investigated four samples of sand, with the aim of determining the effective diameter of the same and the coefficient of uniformity. The effective diameters obtained from the samples: 0.960 mm, 0.970 mm, 0.420 mm and 0.880 mm for samples: 1, 2, 3 and 4 respectively. The highlights are the sand samples 1, 2 and 4 for use in sand filters because they have uniformity coefficients within the established fine. The sample 4 is the most recommended, as well as presenting a uniformity coefficient appropriate, has a smaller value of effective diameter for samples 1 and 2, which allows better water quality.

KEYWORDS: Sand filter, effective diameter, uniformity coefficient.

INTRODUÇÃO

A utilização de água contendo sedimentos em suspensão e sais tem causado sérios problemas em sistemas de irrigação localizada, reduzindo a vida útil de seus componentes, promovendo o entupimento de tubulações e emissores e ocasionando, como consequência, desuniformidade desuniformes e queda na eficiência da irrigação. A melhor defesa contra isso é o emprego da filtragem da água (TELES, 1986; BERNARDO, 2005).

Segundo RESENDE (1999) em sistemas de irrigação localizada, além dos aspectos relacionados ao risco de salinidade e toxidade, fatores principais na avaliação da qualidade da água para todos os sistemas, procura-se avaliar também fatores que permitam antever o risco potencial de obstruções em emissores.

A utilização do sistema de irrigação localizada no novo panorama da agricultura irrigada no país esta se tornando uma alternativa para melhoria na utilização dos recursos hídricos e por reduzir o custo de produção e consumo de água e energia, devido este ser um sistema de alta eficiência. Diante disto, com o avanço do nível tecnológico da agricultura irrigada, torna-se crescente o desenvolvimento de equipamentos e materiais que tendem a melhorar o desempenho dos sistemas de irrigação localizada.

De acordo com RIBEIRO et al. (2005) entre os fatores que aumenta os custos de operação e manutenção do sistema e, em alguns casos inviabiliza a utilização deste método é a obstrução dos emissores.

O entupimento de emissores causado por parâmetros físicos relaciona-se principalmente à presença de material inorgânico suspenso, como areia, silte e argila, partículas de origem orgânica também são freqüentes, como formigas, lesmas, ovos de larvas, etc. (RESENDE, 1999).

Segundo VIEIRA et al. (2004) o entupimento de emissores é um problema grave associado ao gotejador, pois dificulta a operação do sistema de irrigação, é de difícil detecção e a limpeza dos emissores entupidos é onerosa.

De acordo com KELLER & BLISESNER (1990) citado por BOAS (2005), os filtros de areia podem remover relativamente grandes quantidades de sólidos

suspensos na água e estão disponíveis para remoção de partículas com tamanho variando de 25 a 100 µm.

No dimensionamento do sistema de filtragem, um dos critérios levado em conta é não permitir a passagem de partículas maiores que 1/10 do diâmetro do orifício do gotejador (KELLER & BLIESNER, 1990; PIZZARRO, 1996).

A utilização de filtros de areia em sistemas de irrigação localizada, principalmente quando a água a ser utilizada for proveniente de uma fonte superficial como: rios, córregos, barragens, entre outras. Os filtros de areia, segundo FARIA (2000) consistem em tanques metálicos em cujo interior se coloca uma camada de areia através da qual passa a água a filtrar, eliminando assim, partículas orgânicas e minerais de pequeno tamanho. Para a seleção de uma areia a utilizar nos filtros, devem-se levar em consideração, de maneira geral, alguns aspectos como: o diâmetro mínimo de passagem do emissor (gotejador ou microaspersor) e o diâmetro efetivo da areia.

Diante do exposto acima, tornou-se de fundamental importância avaliar o diâmetro efetivo e o coeficiente de uniformidade de quatro diferentes tipos de areia, para uma possível utilização como componente filtrante necessário para a confecção de filtros de areia aplicados em sistema de irrigação localizada.

MATERIAL E MÉTODOS

A realização dos testes para a determinação do diâmetro efetivo e do coeficiente de uniformidade dos diferentes tipos de material filtrante (areia), identificados neste trabalho por A1, A2, A3 e A4, foi realizada no laboratório de hidráulica do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras.

A metodologia utilizada como padrão para indicar com precisão o diâmetro efetivo da areia e o coeficiente de uniformidade foi expressa de acordo com a FARIA (2000). A metodologia proposta considera como diâmetro efetivo da areia a abertura da peneira que deixa passar apenas 10% da areia, ou seja, abertura que retém 90% da areia e, que o coeficiente de uniformidade é adquirido pela relação entre as aberturas da peneira que permite a passagem de 60% e a que permite a passagem de 10% da areia.

Primeiramente pesou-se um kg da amostra de areia por meio de uma balança digital semi-analítica. Após a pesagem, procedeu-se o peneiramento da amostra de um kg, utilizando-se uma bateria de peneiras sobrepostas com diferentes diâmetros, respeitando-se a seguinte seqüência: 2,0; 1,70; 1,18; 1,0; 0,85; 0,60; 0,425; 0,250; 0,053 mm. Em seguida, pesou-se o material que ficou retido em cada peneira. Esse procedimento foi realizado para as quatro amostras de areia em estudo.

Representando-se em porcentagem os valores da massa de areia retida em cada peneira, plotou-se uma curva granulométrica cujos eixos são representados por porcentagem de massa areia retida acumulada em função da malha da peneira.

Com a utilização da curvas granulométricas plotadas no Figura 1, calculou-se o coeficiente de uniformidade para cada tipo de amostra (areia). Desta maneira, o coeficiente de uniformidade foi obtido a partir da equação (1) que relaciona o diâmetro

correspondente a passagem de 60%, com o diâmetro que se refere a passagem de 10% obtidos por meio da curva granulométrica.

$$(1) CU = \frac{D_{60\%}}{D_{10\%}}$$

em que,

CU: Coeficiente de Uniformidade (adimensional);

*D*_{60%}: Diâmetro das peneiras que permitem passar 60% da areia (mm);

*D*_{10%}: Diâmetro das peneiras que permitem passar 10% da areia (mm);

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os respectivos valores com a utilização de diferentes malhas, de peso de areia retida após passagem em cada peneira e de porcentagem de areia retida para cada amostra avaliada, podem ser verificados na tabela 1.

TABELA 1 – Diâmetros do conjunto de peneiras (mm), Peso de areia retida (Pr), Peso de areia retida acumulada (Pac) e areia retida acumulada (% retida) das amostras 1, 2, 3 e 4 avaliadas.

Malha (mm)	Amostra 1			Amostra 2		
	PesoRet (g)	PesoAc (g)	% Retida	PesoRet (g)	PesoAc (g)	% Retida
2	0,31	0,31	0,031	0,68	0,68	0,068
1,7	94,86	95,17	9,517	5,82	6,5	0,65
1,18	650,27	745,44	74,544	768,81	775,31	77,531
1	127,87	873,31	87,331	113,95	889,26	88,926
0,85	116,42	989,73	98,973	87,42	976,68	97,668
0,6	9,33	999,06	99,906	16,38	993,06	99,306
0,425	0,41	999,47	99,947	4,52	997,58	99,758
0,25	0,33	999,8	99,98	2,15	999,73	99,973
0,053	0,2	1000	100	0,27	1000	100
Prato	0	1000	100	0	1000	100

Malha (mm)	Amostra 3			Amostra 4		
	PesoRet (g)	PesoAc (g)	% Retida	PesoRet (g)	PesoAc (g)	% Retida
2	0,13	0,13	0,013	0,55	0,55	0,055
1,7	2,27	2,4	0,24	4,31	4,86	0,486
1,18	59,58	61,98	6,198	536,235	541,095	54,1095
1	47,72	109,7	10,97	224,465	765,56	76,556
0,85	269,15	378,85	37,885	160,76	926,32	92,632
0,6	292,15	671	67,1	66,81	993,13	99,313
0,425	230	901	90,1	6,36	999,49	99,949
0,25	75	976	97,6	0,45	999,94	99,994
0,053	24	1000	100	0,06	1000	100
Prato	0	1000	100	0	1000	100

Após a confecção da tabela acima, plotou-se o Gráfico 1, utilizando para este os dados de diâmetros das malhas e a percentagem retida por cada conjunto de malha.

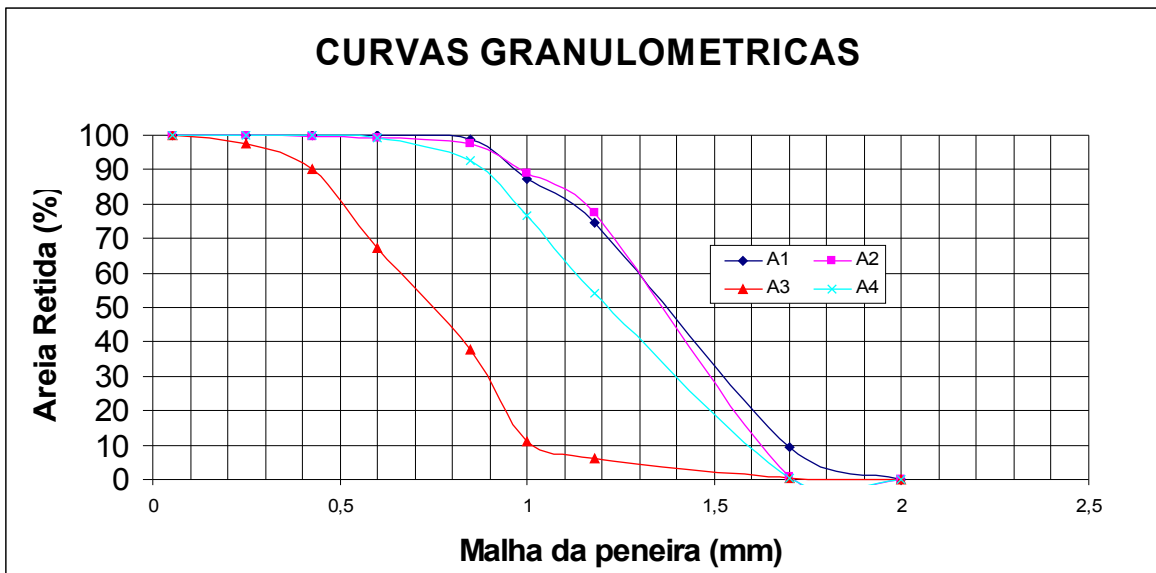


FIGURA 1. Curvas granulométricas das amostras de areia: A1 (amostra 1); A2 (amostra 2); A3 (amostra 3) e A4 (amostra 5).

O diâmetro efetivo para cada amostra analisada foi determinado por meio das curvas granulométricas plotadas no gráfico, correspondendo desta maneira a abertura da malha que permite a passagem de apenas 10% da areia, ou seja, que retém 90%.

TABELA 2. Diâmetro efetivo das amostras avaliadas.

Amostras de Areia	Diâmetro efetivo (mm)
Amostra 1	0,96
Amostra 2	0,97
Amostra 3	0,42
Amostra 4	0,88

Analisando a Tabela 2, verifica-se que o diâmetro efetivo determinado para as diferentes areia varia entre os valores de 0,420 e 0,970, sendo que os valores em ordem decrescente dos diâmetros efetivos representados por cada areia correspondem: Amostra 2 > Amostra 1 > Amostra 4 > Amostra 3.

Segundo NAKAYAMA et al. (1986), a utilização de filtros com malha excessivamente pequena com o objetivo de se retirar todo o material em suspensão na água, torna inviável o processo de filtragem, visto que, tais filtros podem apresentar entupimentos em curto espaço de tempo, aumentando excessivamente a necessidade

de retrolavagem, em conseqüência maior emprego de mão de obra e desperdiço de água, tornando em determinado ponto até onerosa de a pratica de filtragem. Visando esta analise, a areia que irá promover uma melhor filtragem na água de irrigação corresponde à amostra 3, em contra partida, há uma maior necessidade de retrolavagem do filtro em períodos relativamente menores.

Observando a seqüência decrescente de diâmetros efetivos das areia em questão, verifica-se que a amostra dois, possui o maior valor de diâmetro efetivo, sendo esta condicionada pela vantagem de exigir maiores períodos para realização da retrolavagem. No entanto, essa areia, pode vir a não proporcionar uma eficiência considerada boa para água de irrigação no que se refere à ausência de partículas sólidas em suspensão na água utilizada, sendo um dos requisitos para diminuição das obstruções dos emissores.

De acordo com os critérios adotados para seleção de uma areia com intuito de minimizar as obstruções dos emissores, FARIA (2000) recomenda que seja uma areia que não permita a passagem de partículas com diâmetros maiores que 1/10 do emissor (gotejador) ou 1/5 do diâmetro de passagem do microaspensor, em outras palavras quer dizer que a areia adequada é aquela cujo diâmetro efetivo é igual ao diâmetro mínimo de passagem do gotejador ou o dobro do diâmetro mínimo de passagem do microaspensor. Na utilização da amostra três, está irá reter partículas com diâmetros superiores a 0,042 e os emissores deverão ter diâmetros mínimos de 0,420 e 0,210 mm, para o caso de ser utilizado gotejador ou microaspensor, respectivamente.

Os coeficientes de uniformidade (CU) para as amostras em questão estão apresentados na Tabela (3) e foram obtidos conforme equação (1) a partir dos diâmetros de abertura da peneira que permite a passagem de 60% em relação a que permite a passagem 10% da areia peneirada, sendo os mesmos obtidos por meio das curvas granulométricas da (Figura 1).

TABELA 3 – Diâmetros efetivos (mm) correspondentes a 10 e 60% da areia que passou pela peneira e Coeficiente de Uniformidade das amostras de areia.

	Amostras de Areia			
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
$D_{10\%}$ (mm)	0,96	0,97	0,42	0,88
$D_{60\%}$ (mm)	1,46	1,42	0,83	1,30
(CU)	1,52	1,46	1,98	1,48

Segundo CABELLO (1996) o coeficiente de uniformidade (CU) deve estar entre 1,4 e 1,6, logo a amostra A3, teoricamente a que proporciona melhor filtragem das partículas em suspensão na água de irrigação devido ao seu diâmetro efetivo não é recomendado quando se analisa o Coeficiente de uniformidade da mesma. De acordo com a recomendação citada anteriormente, a areia das amostras 1, 2 e 4 devem ser escolhidas, para que o sistema de irrigação funcione adequadamente, sem maiores riscos de perda de eficiência por entupimento.

CONCLUSÃO

Analisado a maximização da eficiência dos sistemas de irrigação, devem ser considerados padrões e limites em relação ao coeficiente de uniformidade (CU), sendo estes entre 1,4 e 1,6, logo a amostra A3, apesar de possuir menor diâmetro efetivo não é indicada para a utilização após se analisar o (CU) da mesma.

Das amostras testadas a que apresentou os melhores resultados foi a amostra A4, visto condizer com os limites de coeficiente de uniformidade e possuir menor diâmetro efetivo quando comparada com as amostras A1 e A2, porém estas amostras, também são adequadas para a utilização em filtros de areia, devido seus coeficientes estarem dentro dos limites.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7ªed. - Viçosa: Ed. UFV, 2005. 611 p.

BOAS, R.C.V.; FARIA, M.A. de. **Diâmetro efetivo e coeficiente de uniformidade da areia utilizada em filtros de irrigação**. In: XIV congresso dos pós-Graduandos da UFLA. Anais. 2005.

CABELLO, F. P. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, micro aspersión, exudación**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 511 p.

FARIA, M. A. de. **Irrigação por gotejamento e microaspersão**. Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (especialização) a distância: Sistemas pressurizados de irrigação. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 145 p.

KELLER, J., BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York, Van Nostrand Reinhold. 1990.

NAKAYAMA, F. S. Operational principles/water treatment. In: Nakayama, F. S.; BULKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. cap.3, p. 164-187.

PIZARRO, F. **Riegos Localizados de Alta Freqüência**. 3ed. Madrid: ed. Mundi Prensa, 1996. 513p.

RESENDE, F. S. **Susceptibilidade de gotejadores ao entupimento de causa biológica e avaliação do desentupimento via cloração da água de irrigação**. Piracicaba, 1999. 77 p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

RIBEIRO, T. A. P.; AIROLDI, R. P. da S.; PATERNIANI, J. E. S.SILVA, M. J. M. da; **Efeito da qualidade da água na perda de carga em filtros utilizados na irrigação localizada**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.9, n.1, p.1-6, 2005.

TELLES, D. D. Equipamentos: características, operação e manutenção. In: Curso de elaboração de projetos de irrigação. Brasília, PNI/Fundação CTH, 1986.

VIEIRA, G. H. S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, J. G. F. da; RAMOS, M. M.; SILVA, C. M.; **Recuperação de gotejadores obstruídos devido a utilização de águas ferruginosas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.8, n.1, p.1-6, 2004.