

# DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA EM FILTROS DE TELA UTILIZADOS NA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

C.F.Oliveira<sup>1</sup>, J.A.Frizzone<sup>2</sup>

**RESUMO:** Neste trabalho estudou-se a perda de carga em função da vazão, em filtros de tela. Os ensaios foram realizados no laboratório de irrigação da ESALQ/USP, utilizando-se filtros comerciais da marca AMIAD, com elemento filtrante de tela, modelos  $\frac{3}{4}$ , 1, 1½ e 2 pol. e *mesh* 120. A vazão máxima utilizada para cada modelo de filtro, foi a recomendada pelo fabricante. Para os filtros analisados os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) indicaram uma forte relação potencial entre as variáveis vazão e perda de carga nos filtros. Concluiu-se que o modelo matemático potencial descreve adequadamente a variação da vazão e a perda de carga nos filtros; as curvas de perda de carga em função da vazão apresentadas no catálogo do fabricante não representaram adequadamente as curvas obtidas nesse trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE:** Filtração, Relação vazão-perda de carga.

## DETERMINATION OF THE LOAD LOSS IN NET FILTERS USED IN DROPPING IRRIGATION

**SUMMARY:** It was studied in this work the loading loss according to the flow in net filter. The trials were carried out in the irrigation laboratory of the ESALQ/USP, using AMIAD brand commercial filters, with net filtration element, models  $\frac{3}{4}$ , 1, 1½ and 2 inch and *mesh* 120. The maximum flow used in the trial was that recommended by the manufacturer. It was observed for all the analyzed filters in the laboratory high values of determination coefficient ( $R^2$ ) indicating a strong potential relation between loading loss according to the flow variable.

---

<sup>1</sup>Engº Agrícola, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, C.P. 9, 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil. E-mail: [cleomar@esalq.usp.br](mailto:cleomar@esalq.usp.br)

<sup>2</sup>Prof. Phd, Departamento de Engenharia Rural, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. E-mail: [frizzone@esalq.usp.br](mailto:frizzone@esalq.usp.br)

Concluded that the potential mathematical model describes adequately the loading loss according to the flow variation the net filters; the loading loss according to the flow showed in the manufacturer's catalogue did not accurately the curves obtained on this work

**KEYWORDS:** Filtration, Loading loss and flow.

**INTRODUÇÃO** Na agricultura irrigada, a qualidade física, química e biológica da água utilizada é de fundamental importância para os sistemas de irrigação e de seus componentes. A utilização de água contendo sedimentos em suspensão tem sido a causa de 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, irrigações não uniformes e queda na eficiência da irrigação. NAKAYAMA & BUCKS (1981) comentam que o aumento do processo de entupimento da ordem de 1 a 5% pode resultar em uma variação significativa da vazão na rede hidráulica. Na tentativa de minimizar esses problemas, medidas preventivas relacionadas à melhoria da qualidade da água, ou mesmo corretivas, com o intuito de desobstrução de emissores, tem sido alvo de pesquisas com resultados altamente satisfatórios NAKAYAMA et al., (1979). Na maioria dos casos a minimização de ocorrência de entupimento é possível através da filtragem efetiva das partículas em suspensão na água. A filtragem pode ser realizada através de vários tipos de filtros usados individualmente, ou agrupados de forma a se obter uma melhor eficiência. Dentre os vários tipos de filtros utilizados destacam-se os filtros de areia, disco e tela, que retêm a passagem de partículas orgânicas e inorgânicas, suspensas na água de irrigação. A altura manométrica, vazão, tipo de filtro e qualidade da água utilizados no sistema são parâmetros do projeto intimamente relacionados que justificam a necessidade de conhecimento hidráulico de filtros para irrigação localizada, visto que influenciam diretamente na eficiência do sistema, devendo-se, portanto, limitar esta perda de carga a um valor que não cause a variação excessiva da vazão do projeto. A obstrução nos filtros de tela e de discos é mais rápida que nos filtros de areia, por essa razão a limpeza é mais freqüente. Quando o filtro está limpo, a perda de carga é da ordem de 1 m.c.a a 3 m.c.a CABELLO, (1996); quando obstruído pode atingir valores da ordem de 4 m.c.a a 6 m.c.a. Quando a perda de carga alcança valores desta ordem deve-se proceder à limpeza. Para valores superiores a estes a eficiência de filtragem diminui e poderá, até mesmo, ocorrer rompimento do elemento filtrante, no caso de filtros de tela. Valores de perda de carga da ordem de 4 m.c.a a 6 m.c.a devem ser considerados para o dimensionamento do conjunto motobomba. Diversas relações matemáticas têm sido produzidas e utilizadas nos cálculos de perda de carga em tubulações, com maiores ou menores restrições de seu coeficiente por parte dos profissionais da área. No caso de peças especiais, como filtro de tela cujas perdas de cargas são denominadas de localizadas, o uso de equações gerais torna-se mais difícil, em virtude de suas próprias características e de fenômeno

observados em seu interior quando da passagem do líquido. Segundo TESTEZLAF & RAMOS (1995) o modelo alométrico linear é o que melhor explica o fenômeno físico e que demonstra um valor significativo de correlação entre perda de carga e vazão dos filtros de discos e tela. A determinação da perda de carga, devido à instalação deste componente no cabeçal de controle, assume um papel importante no que se refere ao dimensionamento hidráulico do sistema. Nesse aspecto, duas informações são relativamente importantes: a perda de carga provocada pela instalação do filtro e pela passagem do fluxo de água através do elemento filtrante no processo de filtração. Enquanto a primeira informação permitiria um melhor dimensionamento do cabeçal de controle, a segunda possibilita um cálculo mais rigoroso da pressão no início da derivação. A filtração tradicional da água na irrigação localizada, em que se utilizam os filtros de tela e de discos mostra um campo ideal de discussão, visto que se relaciona a uma capacidade de retenção de matéria. Como forma de gerar subsídios para uma discussão sobre a capacidade de filtração desse sistema foi realizados ensaios, em laboratório, com o objetivo de determinar a relação funcional entre a perda de carga e a vazão para filtros individuais de tela.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no Laboratório de Irrigação do Departamento de Engenharia Rural, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Campus de Piracicaba – SP. Foram analisadas as perdas de carga, em função da vazão circulante, em filtros de tela empregados em irrigação localizada, utilizando-se água limpa. Utilizou-se no experimento medidor de vazão magnético indutivo, com precisão de 1%, manômetro diferencial com coluna de mercúrio e registros. A perda de carga nos filtros registrada pelo manômetro diferencial, foi obtida para um conjunto de, no mínimo, 28 valores de vazão, para o filtro de tela de ¾” e, no máximo, 61 valores de vazão para o filtro de tela de 1”. A vazão máxima utilizada no ensaio, para cada modelo de filtro, foi de 3m³/h; 7m³/h; 15m³/h e 25m³/h, conforme recomendação do fabricante, AMIAD (2005).

Definiu-se um modelo matemático não linear para descrever a variação da perda de carga nos filtros em função da vazão circulante, conforme expresso pela eq. (1).

$$H_f = \beta_0 Q^{\beta_1} \varepsilon \quad (1)$$

em que,

$H_f$ - perda de carga no filtro, em mca;

$Q$  - vazão que escoar através do filtro, em m³ h<sup>-1</sup>;

$\beta_0$  - constante que expressa a perda de carga para a vazão unitária, em mca;

$\beta_1$  - constante característica do regime de fluxo, adimensional;

$\varepsilon$  - erro aleatório

O método dos mínimos quadrados foi utilizado para estimar os parâmetros  $\beta_0$  e  $\beta_1$  da eq.(1). Para determinar a existência de relação significativa entre a variável dependente ( $H_f$ ) e a variável explicativa, ou independente (Q), foram formuladas as seguintes hipóteses:

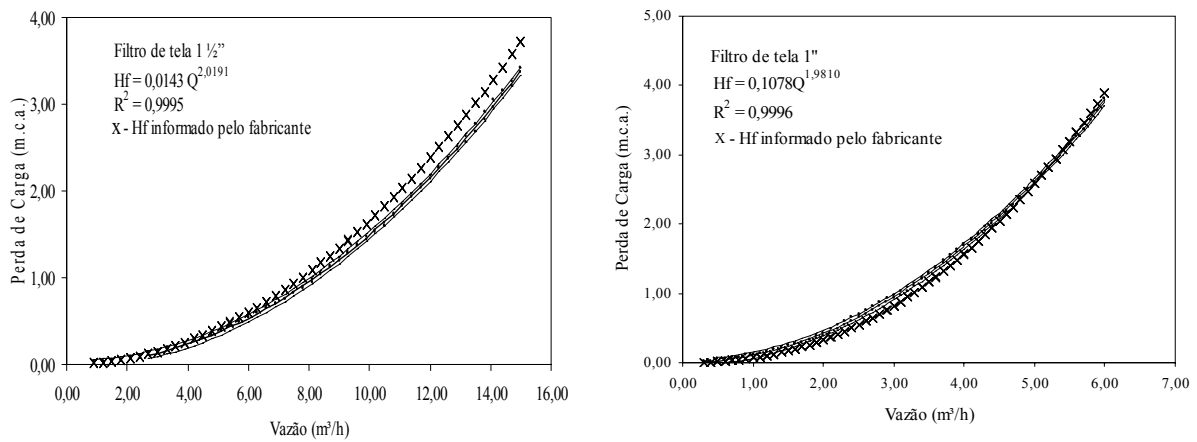
$H_0$ :  $\beta_1 = 0$  (não existe relação potencial entre  $H_f$  e Q)

$H_1$ :  $\beta_1 \neq 0$  (existe relação potencial entre  $H_f$  e Q)

A hipótese nula ( $H_0$ ) foi testada com a estatística F, ao nível de significância de 1%. A regra de decisão foi a seguinte: rejeita-se  $H_0$  no nível de significância especificado  $\alpha$  (1%), se  $F > F_{\text{critico}}$ , caso contrário não se rejeita  $H_0$ . O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi determinado pela razão entre a soma dos quadrados devidos à regressão e soma total dos quadrados. O coeficiente de determinação mede a proporção da variação que é explicada pela variável independente no modelo de regressão. Para a estimativa do intervalo de confiança para os coeficientes da regressão utilizou-se a estatística t ao nível de 5% de probabilidade. Essa estatística é obtida dividindo-se o valor do coeficiente da regressão pelo erro padrão. Então foram calculados os intervalos de confiança para os parâmetros do modelo. Assim, diz-se que os verdadeiros valores de  $\hat{\beta}_0$ ,  $\hat{\beta}_1$  estarão no intervalo especificado com 95% de confiança.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nas Figuras 1, 2, 3 e 4 estão apresentadas as curvas de perda de carga em função da vazão, obtidas nos ensaios em laboratório e informadas no catálogo do fabricante (AMIAD, 2005), para os filtros de tela com vazão máxima de 3, 7, 15 e 25  $\text{m}^3\text{h}^{-1}$ . Também são apresentadas curvas que definem o intervalo de predição ao nível de 5% de probabilidade (linhas tracejadas). Para todos os filtros analisados em laboratório observam-se altos valores dos coeficientes de determinação, indicando uma forte relação potencial entre as variáveis vazão e perda de carga. Para o filtro de tela de 1" obteve-se  $R^2 = 0,9996$ , indicando que 99,96% das variações na perda de carga podem ser explicadas pela variabilidade na vazão. Isto também significa que a utilização do modelo de regressão potencial reduziu a variabilidade na previsão da perda de carga em 99,96%. Somente 0,04% da variabilidade da perda de carga pode ser explicada por fatores ao acaso. Os valores dos parâmetros do modelo de regressão ( $\beta_0$  e  $\beta_1$ ) e seus limites de confiança, a 95% de probabilidades para os filtros de tela estão apresentados nas Tabela 1. Observando a Figura 1, para perda de carga no filtro de tela de  $\frac{3}{4}$ " são muito diferentes das obtidas nos ensaios em laboratório, para os demais filtros os valores estão relativamente próximos, afastando-se à medida que aumenta a vazão além da metade da vazão máxima recomendada pelo fabricante, exceto para o filtro de 1" cujos valores informados em catálogo são muito próximos dos valores medidos

Figuras 1 e 2 - Perda de carga em função da vazão para os filtros de tela de 3/4" e 1"



Figuras 3 e 4- Perda de carga em função da vazão para os filtros de tela de 1 1/2" e 2"

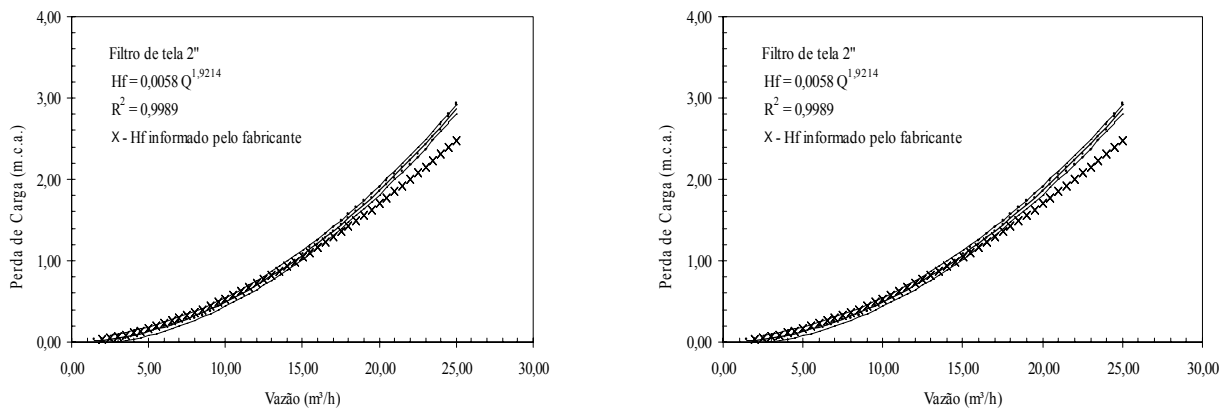


Tabela 1 - Intervalos de confiança para parâmetros da regressão, para filtros de tela

Filtro de tela	Coefficientes	Valor	Erro Padrão	Valor - t	Intervalos de Confiança 95%
3/4"	B <sub>0</sub>	0,65908	0,00735	89,62425	0,64436 ↔ 0,67282
	B <sub>1</sub>	1,98759	0,01192	166,67734	1,96371 ↔ 2,01148
1"	B <sub>0</sub>	0,10787	0,00099	108,21713	0,10589 ↔ 0,10984
	B <sub>1</sub>	1,98101	0,00573	345,41117	1,96965 ↔ 1,99237
1 1/2"	B <sub>0</sub>	0,01428	0,00026	54,99162	0,01376 ↔ 0,04179
	B <sub>1</sub>	2,01905	0,00719	280,60134	2,00476 ↔ 2,03333
2"	B <sub>0</sub>	1,00589	0,00018	32,74732	0,00554 ↔ 0,00625
	B <sub>1</sub>	1,92142	0,01008	190,60651	1,90141 ↔ 1,94144

A Tabela 1, apresenta os valores dos parâmetros do modelo de regressão ( $\beta_0$  e  $\beta_1$ ) e seus limites de confiança, a 95% de probabilidade. Assim, por exemplo, para filtro de tela 3/4", diz-se que o valor de  $\beta_0$  é estimado com 95% de confiança como estando entre 0,64436 e 0,67382. e os valores de  $\beta_1$  entre 1,96371 e 2,01148.

**CONCLUSÕES:** O modelo matemático potencial descreve adequadamente a variação de perda de carga nos filtros de tela e discos em função da variação da vazão. De forma geral, para os filtros estudados, as curvas de perda de carga em função da vazão apresentadas no catálogo do fabricante não representaram adequadamente as curvas obtidas nesse trabalho em ensaios de laboratório.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

CABELLO, F. P. Riegos localizados de alta frecuencia; goteo, microaspersión, exudación. 3.ed. Madri: Mundi-Prensa, 1996. 513p.

CHEVEL KORAZIN, D. N. Sistemas de filtrado y fertigación: catálogo de filtros Amiad. Israel, 2005. 20p.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. Emitter clogging effects on trickle irrigation uniformity. Transactions of the ASAE, St Joseph, MI, v.24, n.1, p.77-80, 1981.

NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D.A.; CLEMMENS, A. J. Assessing trickle emitter application uniformity. Transactions of the ASAE, St Joseph, MI, v.4, n.22, p.816-821, 1979.

TESTEZLAF, R.; RAMOS, J.P.S. Sistemas automatizados para determinação de perda de carga em filtros de tela e disco usados na irrigação localizada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. v.30, p. 1079-1088, 1995.