



II Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Simpósio Brasileiro sobre o uso
Múltiplo da Água

10 a 13 de junho de 2008

Fortaleza - CE

COEFICIENTE GEOMÉTRICO PARA ESTIMATIVA DA PERDA DE CARGA LOCALIZADA EM LINHAS LATERAIS¹

Fernando Bezerra Lopes²; Marcos Vinicius Dourado Mendes³; Denise Melo de Almeida⁴;
Eugênio Paceli Miranda⁴, José Frédson Bezerra Lopes⁵

¹ Parte da monografia do primeiro autor apresenta ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, Sobral

² Graduado em Recursos Hídricos e Irrigação, M.Sc. Irrigação e Drenagem, UFC, Caixa Postal 12168, CEP: 60 455 970, Fortaleza, CE. Fone (85) 3366 9762, bolsista do CNPq. E-mail: lopesfb@yahoo.com.br

³ Graduado em Recursos Hídricos e Irrigação, pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, 2005.

⁴ Eng. Agr., M. Sc., Prof. do curso de Recursos Hídricos/Irrigação da Faculdade de Tecnologia CENTEC, Unidade de Sobral – Ceará, E-mail: denisemalmeida@ig.com.br e eupaceli@hotmail.com

⁵ Estudante de Agronomia da UFC, e-mail: fredsonufc@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar uma relação empírica entre coeficientes de carga cinética (K) e índices geométricos de obstrução (OI), resultante do ressalto da inserção dos gotejadores em tubulações, para três modelos de gotejadores e dois diferentes diâmetros de polietileno. Os dados foram obtidos de 6 levantamentos com e sem gotejador, para diferentes vazões, com índice geométrico de obstrução conseguidos com os seccionamentos transversal e análise das áreas, que resultou em uma relação matemática do tipo potencial, que permite estimar perdas de cargas localizadas para diferentes conjuntos tubo-gotejador. A perda de carga localizada, ocasionada por gotejadores, deve ser considerada na perda de carga total das linhas laterais. A equação potencial encontrada apresentou um coeficiente de ajuste de 0,97.

Palavras-chave: hidráulica, perda de carga, irrigação localizada.

GEOMETRICAL COEFFICIENT TO ESTIMATE HEAD LOSSES IN LATERAL LINES

ABSTRACT: The main goal of this work was to determine an empirical relation between kinetic load coefficients and geometric indices of blockage, resultant of the stand out of the insertion of the drip in tubings, for three models of drips and two different diameters of polyethylene. The data had been gotten of 6 surveys with and without gotejador, for different outflows, with geometric index of blockage obtained with the transversal court and analysis of the areas. The results show an potential mathematical relation that allows esteem located losses of load for different sets pipe-drip. The located losses of load caused for drips must be considered in losses of total load of the lateral lines. The founded potential equation showed a coefficient of 0,97 adjustment.

Keywords: hydraulics, head losses, localized irrigation.

INTRODUÇÃO

No dimensionamento das instalações de irrigação por gotejamento são determinadas as perdas de carga distribuídas ao longo dos tubos, as perdas de carga localizadas devido às singularidades nas linhas primárias e de derivação e as perdas localizadas devido aos gotejadores nas linhas laterais (Alves & Porto, 2002). No entanto, as perdas devido aos gotejadores instalados nas linhas laterais muitas vezes são desprezadas (Al-Amoud, 1995) ou então, utilizam-se para o cálculo dessas perdas, índices percentuais médios aplicados sobre a perda carga distribuída ou ainda um coeficiente fixo de carga cinética independente da relação tubo/gotejador (Bernardo, 1995). De acordo com Howell & Barinas (1980), Al-Amoud (1995), Bagarello et al. (1997) e Alves & Porto (2002), a extensão das linhas laterais, o número de gotejadores instalados e a relação entre o modelo do gotejador com o diâmetro do tubo chegam a provocar uma perda de carga localizada bastante significativa sobre o total de perdas nas linhas laterais.

A perda de carga localizada em gotejador se deve à resistência a movimentação da corrente fluida oferecida pela sua projeção dentro do tubo, determinada pela equação:

$$hf = K \frac{V_o^2}{2g} \quad (\text{Eq. 1})$$

em que: hf = perda de carga localizada, m; K = coeficiente de carga cinética ou de resistência de perfil; V_o = velocidade de aproximação da corrente fluida, m s^{-1} ; e g = aceleração gravitacional, m s^{-2} .

Uma perda de carga localizada (h_{fa}) devida quase que exclusivamente ao brusco alargamento após o gotejador (Figura 1) é representada pela equação 2 de Borda-Carnot demonstrada por Porto (1998).

$$h_{fa} = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \quad (\text{Eq. 2})$$

em que: h_{fa} = perda de carga, m; V_1 = velocidade no ponto de conexão do gotejador, m s^{-1} ; e V_2 = velocidade após o gotejador, na seção 2, m s^{-1} .

A perda de carga localizada devido ao estreitamento antes do gotejador é pequena e desprezada.

Seja r é a razão entre as áreas da seção transversal do tubo, na posição 1 com gotejador, A_c , e na posição 2 sem gotejador, A_s .

$$r = \frac{A_c}{A_s} \quad (\text{Eq. 3})$$

Aplicando a equação da continuidade entre as seções 1 e 2 da Figura 1 e associando-a com a equação (2) tem-se:

$$h_{fa} = \frac{(1-r)^2}{r^2} \frac{V_2^2}{2g} \quad (\text{Eq. 4})$$

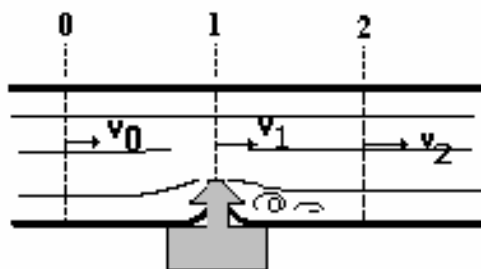


Figura 1. Trecho da seção longitudinal do tubo com gotejador.

Na equação (4) o fator,

$$\frac{(1-r^2)}{r^2} = OI \quad (\text{Eq. 5})$$

Portanto, a equação (4) pode ser escrita na forma $h_{fa} = OI \frac{V_2^2}{2g}$.

Como as velocidades nas seções 0 e 2 são iguais, as equações (1) e (4) são correspondentes, assim uma função matemática $K = f(OI)$ pode ser ajustada por regressão. Utilizando-se essa função, os coeficientes de carga cinética (K) são determinados a partir do índice geométrico de obstrução (OI) adequados a cada tubo-gotejador, considerando sua projeção interna e a deformação do tubo na posição de inserção do gotejador.

O presente trabalho teve como objetivo, determinar uma relação empírica entre os coeficientes de carga cinética (k) e índices geométricos de obstrução (OI), para três modelos de gotejadores e dois diferentes diâmetros de tubos de polietileno, comercializados no Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ensaio em Equipamentos de Irrigação do Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC no período de setembro a novembro de 2005, na cidade de Sobral – CE. O percurso de estudo, entre as posições PEi e Pef, estava posicionado em nível e nele haviam quatro tomadas de pressão (Figura 2) ligadas aos pares a dois sensores de pressão. O sensor 1 permitiu determinar a vazão do sistema e pelo sensor zero determinou-se a diferença de pressão (perda de carga). O elemento sensor de pressão utilizado foi um transdutor diferencial modelo MPX5050DP (50 kPa), que possibilita medir vazões em torno de $10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Este equipamento emite sinais analógicos que variam de 0 a 5 V, convertidos em uma escala decimal que varia de 0 a 4095. As leituras foram obtidas através do programa “Bancada”, disponível no laboratório e que foi idealizado para monitorar variáveis hidráulicas como perda de carga, pressão e vazão.

O experimento foi realizado com três modelos de gotejadores e dois tubos de polietileno, de diâmetros internos diferentes, circulares e ligeiramente ovais. Os gotejadores foram denominados G₁, G₂ e G₃, (Figura 3) e os tubos D₁₆ e D₂₀. As denominações D₁₆ e D₂₀ foram dadas em virtude de que, comercialmente, essas tubulações são denominadas de 16 e 20 mm de diâmetro, respectivamente.

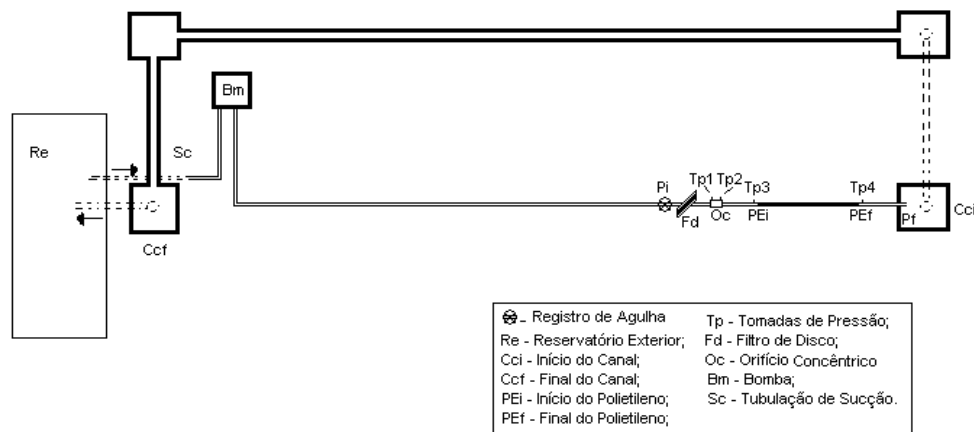


Figura 2. Diagrama de percurso utilizado nos levantamentos de carga de pressão e vazão.

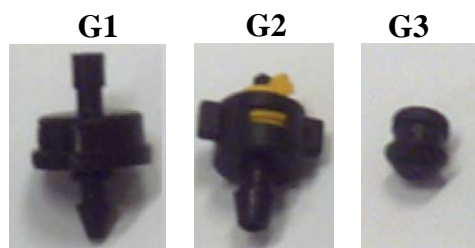


Figura 3. Gotejadores usados no ensaio.

Utilizou-se tubos de polietileno de 2,70 m de comprimento e os gotejadores foram espaçados 0,25 m. Com o conjunto experimental montado, foram realizados levantamentos com os tubos D16 e D20 e os gotejadores G1, G2 e G3. Realizou-se dois levantamentos por diâmetro de tubo, um sem os gotejadores, onde se conhecia a diferença de pressão em virtude somente das singularidades do percurso, e outro com os gotejadores (dez), aproveitando a instalação anterior.

Em cada levantamento, determinou-se as perdas de carga em cinco vazões diferentes e com três repetições cada. Gerou-se equações de perda de carga em função da vazão.

Da diferença entre as perdas de carga nos tubos com os gotejadores e sem os gotejadores, foram obtidos valores de perdas de carga localizadas, e a partir da equação (1) obteve-se por regressão linear, o valor do coeficiente K de cada conjunto tubo - gotejador.

Após o levantamento cortou-se transversalmente o tubo em 20 anéis com larguras que variavam de 1,0 a 1,5 cm, sendo, 10 anéis com gotejadores e 10 anéis sem gotejadores. Em seguida fotografou-se os anéis em perfil, todos há uma mesma distância, que em seguida foram digitalizadas e analisadas. Obteve-se então, as áreas com gotejadores (A_c) e sem gotejadores (A_s), Figura 4, usando-se as equações (3) e (5) para a obtenção do valor de OI para cada conjunto tubo.

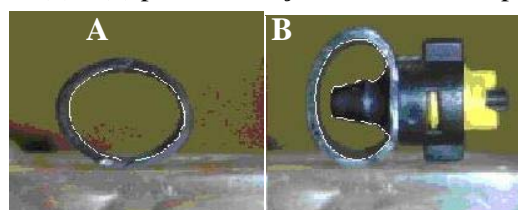


Figura 4. Área sem gotejador – A_s (A) e área com gotejador – A_c (B).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão relacionados os valores de coeficiente de carga cinética (K) com os valores de índices geométricos de obstrução (OI) para cada conjunto tubo-gotejador.

Com os dados da Tabela 1, gerou-se um gráfico (Figura 5), onde encontrou-se a equação de melhor ajuste para os 6 conjuntos tubos-gotejadores, permitindo-se assim, determinar o valor de (K) a partir do (OI).

Os resultados obtidos, neste trabalho, podem ser comparados com os observados por Alves & Porto (2002), cuja equação é igual a $y = 1,35 \times 0,67$, que foi ajustada a partir de um conjunto de dados envolvendo 16 levantamentos tubos-gotejadores, quatro modelos gotejadores e quatro tubo de polietileno com diâmetros internos diferentes.

Uma comparação com o trabalho de Alves & Porto (2002), Figura 6, mostrou as possibilidades desse método, capaz de estimar valores de coeficiente de carga cinética a partir de um coeficiente geométrico, possibilitando maior exatidão do que os processos de estimativa utilizados em geral, pois o mesmo não considera K constante, leva em conta a deformação do tubo.

Tabela 1. Valores de K versus OI para conjuntos tubo-gotejador.

Conjunto tubo-gotejador	K	OI
D20 - G1	0,141761	0,023630
D20 - G2	0,190466	0,047194
D20 - G3	0,230994	0,069115
D16 - G1	0,414550	0,142941
D16 - G2	0,803883	0,410862
D16 - G3	0,558404	0,371178

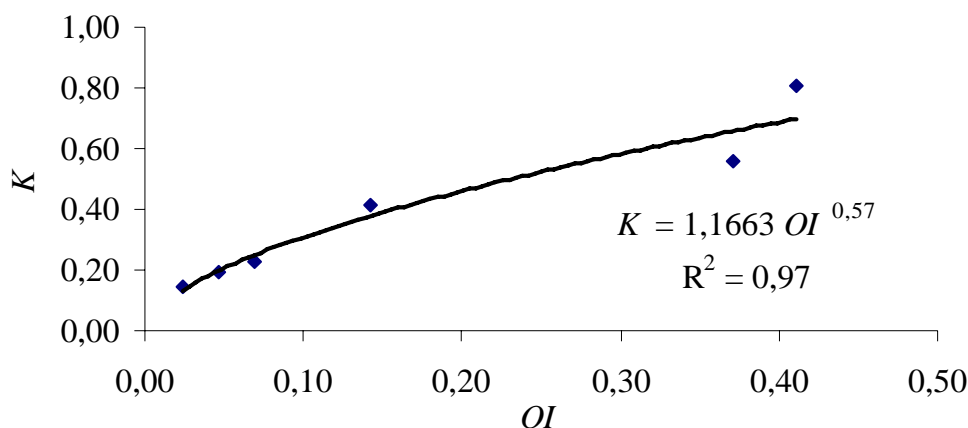


Figura 5. Gráfico K versus OI para os gotejadores G1, G2, G3 e os tubos D16, D20.

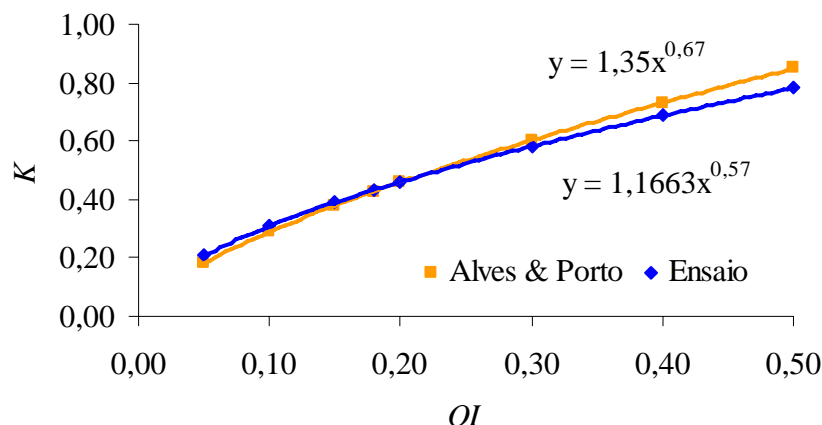


Figura 6. Gráfico comparativo entre as equações obtidas no ensaio e Alves & Porto (2002).

CONCLUSÕES

A perda de carga localizada, ocasionada por gotejadores, deve ser considerada na perda de carga total das linhas laterais de irrigação. A relação entre coeficientes de carga cinética (K) e índices geométricos de obstrução (OI), obtidos no trabalho, permite ajustar uma curva que resultou em uma equação do tipo potência fisicamente consistente $R^2 = 0,97$. A curva e a equação obtidas são convenientes para a determinação geral de K .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-AMOUD, A.I. Significance of energy losses due to emitter connections in trickle irrigation lines. *Journal of Agricultural Engineering Research*, New York, v.60, p.1-5,1995.
- ALVES, P. R. V., PORTO, R. M. Coeficiente Geométrico para Estimativa da perda de Carga Localizada em Linhas Laterais de Irrigação por Gotejamento. *Engenharia Agrícola*. Jaboticabal, v.22, n.1, p.51 - 59, 2002.
- BAGARELLO, V.; FERRO, V.; PROVENZANO, G.; PUMO, D. Evaluating pressure losses in dripirrigation lines. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, v.123, n.1, p.1-7, January/February, 1997.
- BERNARDO, S. Manual de Irrigação. 6.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária,1995.657p.
- PORTO, R.M. Hidráulica básica. São Carlos: EESC/USP, 1998. 540 p.