

DETERMINAÇÃO DO FATOR K E COMPRIMENTO EQUIVALENTE DE REDUÇÕES DE COMPRESSÃO

Eusímio Felisbino Fraga Júnior¹, André Luís Teixeira Fernandes²

RESUMO: Um fator importante nos sistemas de irrigação, de um modo geral é o conhecimento das perdas de carga ocorridas ao longo do sistema, onde já existem inúmeros dados experimentais, mas especificamente de conexões para tubos de polietileno muito pouco tem se encontrado. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo determinar as perdas de carga localizadas produzidas por reduções do tipo compressão para diferentes diâmetros, gerando gráficos e modelos de equações de perdas de carga em função de diferentes vazões. Para tanto, foi realizado um ensaio que consistia em determinar a perda de carga gerada entre dois pontos sob diferentes diâmetros de reduções (63 x 50, 50 x 40, 40 x 32 e 32 x 25 mm), sendo estes componentes comuns nos projetos de irrigação. Como resultados, constatou-se que o aumento da vazão influencia substancialmente na determinação da perda de carga localizada nas reduções, em seus diferentes diâmetros. O fator k diminui com o aumento do diâmetro de ambas as peças avaliadas e o comprimento equivalente (Leq) aumenta com o crescimento da seção (diâmetro) das reduções.

PALAVRA-CHAVE: Irrigação localizada, compressão, hidráulica.

EQUIVALENT LENGTH AND FACTOR K OF CURVES 90° COMPRESSION

SUMMARY: An important factor in irrigation systems, generally is the knowledge of pressure losses occurred throughout the system, where there are already numerous experimental data, but specifically of connections for polyethylene pipes very little has been found. This study was developed to determine the losses produced by localized reduction of the compression type for different diameters, creating graphs and equations models of loss of load for different flow rates. It was conducted a test that was to determine the pressure drop generated between two points in different diameters reductions (63x50, 50x40, 40x32 and 32x25 mm), which are common components in irrigation projects.

¹ Eng. Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, Departamento Engenharia de Biossistemas - ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11, Laboratório de Solos, Sala nº 4, Piracicaba - SP 13418-900. e-mail: eusimio@ymail.com

² Engº Agrônomo, Prof. Dr. Universidade de Uberaba/Faculdades Associadas de Uberaba, Fone: (0XX34) 3319 8963, andre.fernandes@uniube.br

As a result one can conclude that the increased flow significantly influence the determination of the localized head loss in reductions in their different diameters. The factor k decreases with increasing the diameter of both parts evaluated and the equivalent length (L_{eq}) increases with the growth of the section (diameter) of the reductions.

KEYWORDS: Located irrigation, compression, hydraulic.

INTRODUÇÃO

Os conhecimentos científicos de processos físicos que envolvem a condução de água para irrigação devem ser profundamente estudados, evitando possíveis simplificações que podem acarretar erros de dimensionamento hidráulico e energético (OLIVEIRA & RESENDE, 2007). A matéria prima polietileno, até meados da década de 90, apresentava algumas restrições na produção de tubos de polietileno, realmente viáveis para a utilização em sistemas irrigados, porém os mesmos atuavam em uma classe de pressão muito restrita. Consignado a este problema compreendia-se o portfólio de acessórios disponíveis no mercado, sendo os mesmos pouco confiáveis, no que diz respeito à estanqueidade (COUTINHO et al., 2003). A determinação da perda de carga nas singularidades (conexões) para o dimensionamento de um sistema de irrigação é um aspecto relevante, principalmente levando em conta que essas perdas podem ser elevadas (CARVALHO et al., 1997). Sendo assim, este trabalho tem por objetivo geral determinar as componentes de estimativa de perda de carga localizada: o fator “ k ” e a metodologia de “comprimento equivalente”.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia Aplicada das Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU/Uberaba, dependências do Núcleo de Excelência em Engenharia de Alimentos (NEEA), coordenadas geográficas (19° 03’ 52” Latitude Sul e 48° 08’ 52” Longitude Oeste). Foram analisadas cinco reduções de compressão para tubos de polietileno (63 x 50, 50 x 40, 40 x 32 e 32 x 25 mm), conforme a Figura 1, sendo que as peças foram avaliadas individualmente, com 3 unidades de cada modelo. Em cada peça foi realizado a instalação de dois colares de tomada de pressão, montante e à jusante do fluxo, seguindo a metodologia proposta por DELMÉE (1999), para que fosse realizada a avaliação do

diferencial de pressão no trecho. As variações de vazão foram controladas através da abertura do registro de gaveta e as medições de vazão no sistema foram obtidas mediante o auxílio de três placas de orifício (10, 20 e 30 mm) previamente calibradas, donde sua utilização variava em função da vazão desejada na bancada de teste. A placa utilizada foi conectada a um tubo de PVC de 25 ou 50 mm onde, permitia-se a passagem de até $30 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. A calibração de cada placa de orifício utilizada (10, 20 e 30 mm) foi feita por meio de correlações entre as vazões obtidas na saída da tubulação pelo método direto. As vazões analisadas foram aquelas que provocaram um diferencial de pressão entre 370 mm e 1040 mm na coluna mercúrio. Foram efetuadas 6 medidas de variação de diferencial entre estes valores e três repetições para cada determinação de vazão. De posse dos valores observados e do uso de uma planilha eletrônica foi possível correlacionar os diferenciais de pressão e as vazões, permitindo o ajuste de uma equação que melhor representou a calibração da placa.

A determinação das perdas de carga totais nos trechos entre as inserções dos colares de tomada de pressão foram obtidas através do diferencial de pressão, utilizando manômetro de coluna de mercúrio em “U”, sendo que foram feitas 3 repetições das leituras de perda de carga no manômetro simultaneamente. As perdas de carga contínuas relativas aos trechos à montante e a jusante das curvas de 90° , foram obtidas por meio da equação de Darcy-Weisbach.

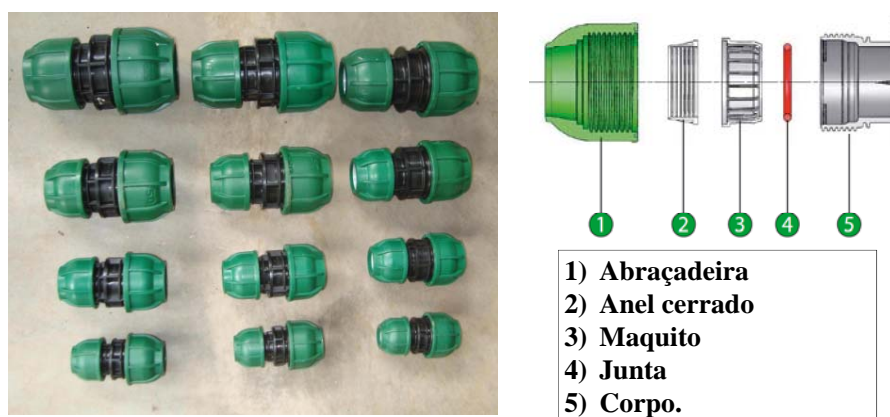


FIGURA 1. Reduções utilizadas nas avaliações (63x50; 50x40; 40x32; 32x25 mm) e instalação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados das vazões e dos referidos diferenciais de pressão coletados, efetuou-se uma correlação entre os valores para as 3 placas de orifício utilizadas. Na Tabela 1, com

base no ajuste das equações, observou-se que o modelo de equação se aproxima aos dados observados apresentando excelentes coeficientes de correlação para as três placas utilizadas para modelo potencial. A placa de orifício de 10 mm atua nas vazões entre 0,6 e 2,75 m³ h⁻¹, sendo que sua equação de ajuste de modelo potencial apresentou correlação de 99,95 %. Na placa de 20 mm foi verificado 99,58 % de correlação para a equação de ajuste criada, sendo que a mesma atua no intervalo de vazão entre 3,7 e 13 m³ h⁻¹. Com 30 mm de diâmetro, a placa de orifício mede vazões entre 14 e 36 m³ h⁻¹, sendo que com os dados coletados, sua equação de ajuste tem um índice de confiabilidade de 99,40 % (HOPKINS, 2007).

TABELA 1. Vazão mínima, máxima, equação de ajuste e correlação das placas utilizadas para determinação da vazão no sistema

Placa (mm)	Q _{min} (m ³ h ⁻¹)	Q _{máx} (m ³ h ⁻¹)	Equação de ajuste	R ²
10	0,6	2,7	$Q = 0,2883 dp^{0,5053}$	0,999
20	3,7	13,0	$Q = 1,2677 dp^{0,5100}$	0,996
30	14,0	36,0	$Q = 3,6166 dp^{0,4972}$	0,994

Fator k nas conexões de redução

A transformação, em fator k, dos dados de perda de carga localizada para as conexões de redução tipo compressão, são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Média, variância e desvio padrão (s²) dos valores de k para as conexões de redução

Redução	Fator k		
	Média (X)	Variância	s ²
32x25 mm	3,0628	0,3468	0,5889
40x32 mm	1,9090	0,0014	0,0376
50x40 mm	1,8239	0,0227	0,1508
63x50 mm	1,7062	0,0324	0,1801

De acordo a Tabela 2, pode-se verificar que o coeficiente obtido para o fator k variou com o aumento do diâmetro das peças analisadas. O maior coeficiente obtido foi na redução de 32x25 mm, sendo este coeficiente reduzido em até 1,71 para a peça redução de 63x50 mm.

Quanto ao desvio em relação a média (s^2) dos dados obtidos pode-se relatar que para as conexões 40x32; 50x40 e 63x50 mm sua variação foi mínima, dando confiabilidade aos coeficientes estimados para estes diâmetros. Para a redução de 63x50 mm considera-se um desvio padrão muito elevado, recomendando-se a repetição do ensaio para esta peça, ou avaliação mais criteriosa quanto a sua fabricação.

Comprimento equivalente nas conexões de redução

Na Tabela 3 são apresentadas as médias, variância e desvio padrão para o comprimento equivalente das conexões de redução tipo compressão.

TABELA 3. Média, variância e desvio padrão (s^2) de comprimento equivalente para as conexões de redução

Redução	Leq (m)		
	Média (x)	Variância	s^2
32x25 mm	3,5221	0,2660	0,5157
40x32 mm	3,8073	0,0435	0,2085
50x40 mm	4,4356	0,0744	0,2728
63x50 mm	5,3840	0,3793	0,6159

Com o aumento do diâmetro, verifica-se um acréscimo de comprimento equivalente de perda de carga localizada, sendo observado o menor comprimento equivalente (Leq) para a conexão de 32x25 mm, onde foi obtido 3,52 metros de tubo de diâmetro comercial de 32 mm. O maior comprimento equivalente observado foi para a redução de 63x50 mm, sendo a perda de carga de 5,38 metros de tubo comercial de 63 mm.

Nas condições avaliadas pode-se afirmar que foram obtidos altos valores de desvio padrão, sendo sua provável causa a alta variação da fabricação das mesmas, devido a sua constituição.

Para a redução de 40x32, mm foi possível criar uma equação de ajuste confiável com os dados obtidos, constando um índice de correlação de 89,03% para o modelo potencial, gerando a equação ($y = 2,5665x^{0,1403}$).

CONCLUSÃO

O fator k diminui com o aumento do diâmetro de ambas as peças avaliadas.

O comprimento equivalente (Leq) aumenta com o crescimento da seção (diâmetro) da curva de 90° e reduções.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO NETTO, J. M. de; FERNANDEZ Y FERNANDEZ, M.; ARAUJO, R. de; ITO, A.E. **Manual de Hidráulica**, 8 ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 1998. 669p.
- CARVALHO, J. M. ; BARRETO, A. C. ; CRUZ, O. C. ; FARIA, M. A. de ; CARVALHO, J. A. Perda de carga em curvas conjugadas de saída de bomba. **In: Anais...XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 1997, Campina Grande – PB.
- COUTINHO, F. M. B.; et al. Polietileno: Principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 13, nº 1, p 1-13, 2003.
- DELMÉE, G. J. **Manual de medição de vazão**. 2. ed. São Paulo- Ed. Blücher, 1999, 476 p.
- HOPKINS, W. G. **Correlation Coefficient**. Disponível em: <http://www.sportsci.org/resource/stats/correl.html>. Acesso: 04 nov. 2007.
- MELLO, C. R.; et al. Equações para estimativa do comprimento equivalente das principais conexões de tubulações de sucção em instalações de bombeamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 21, n.2, p-127-134, mai, 2001.
- OLIVEIRA, F. G.; RESENDE, P. R. N. **Perda de carga em reduções concêntricas para diferentes diâmetros e diferentes vazões**. 2007. 31f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Irrigação e Drenagem) – Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET, Uberaba, 2007.