

GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (ISSN 1984 – 3801)

PERDA DE CARGA EM REDUÇÕES CONCENTRICAS DE PVC

Francienne Gois Oliveira^{1*}, Paulo Rogério Nascimento Resende², Othon Carlos da Cruz²,
Antonio Carlos Barreto², Odivaldo José Seraphim¹

Resumo: Nas tubulações de recalque as perdas de carga localizadas são de suma importância, uma vez que têm influência direta no dimensionamento hidráulico em um sistema de irrigação, principalmente no que tange as reduções concêntricas utilizadas nas linhas de distribuição. Em função disso, realizou-se este trabalho no Laboratório de Hidráulica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba. Foram analisadas 03 reduções concêntricas de PVC de 75 x 50 mm, 50 x 35 mm e 35 x 1”, operando com diferentes vazões. A realização dos ensaios com a variação da vazão em cada situação possibilitou a obtenção de equações para estimar a perda de carga. Os modelos de equação apresentaram altos coeficientes de ajuste, possibilitando a determinação da perda de carga localizada numa situação mais próxima da realidade de campo. Para as reduções de 75 x 50 mm e 50 x 35 mm à uma vazão de 16,97 m³h⁻¹ a perda de carga na redução obtida foi de respectivamente 0,9263 e 2,7408 m.c.a e para a redução de 35 x 1” à uma vazão de 6,02 m³h⁻¹ obteve-se 2,9304 m.c.a de perda de carga na redução. As perdas de carga localizada produzidas por essas reduções são relativamente altas e devem ser consideradas com bastante critério no dimensionamento hidráulico do sistema de irrigação.

Palavras-chave: irrigação, perda de carga, conexões.

LOAD LOSS IN CONCENTRIC REDUCTIONS OF PVC

Abstract: In the pumping pipelines the located load losses are very important since they have direct influence on hydraulic design of an irrigation system, especially regarding the concentric reducers used in the distribution lines. Hence this work was conducted in the Laboratório de Hidráulica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba. We analyzed 03 concentric reducers PVC 75 x 50 mm, 50 mm and 35 x 35 x 1 "operating at different flow rates. The performance of the tests with the variation of flow in every situation possible to obtain equations to estimate the loss. The equation models presented a high setting, thus enabling the determination of the localized head loss in a situation closer to field reality. For the reduction of 75 x 50 x 35 mm and 50 mm at a flow rate 16.97 m³ h⁻¹ the pressure drop reduction was obtained respectively 0.9263 and 2.7408 mca. To the reduction of 35 x 1 "at a flow rate of 6.02 m³ h⁻¹ was obtained 2.9304 mca pressure drop reduction. The located losses produced by these reductions are relatively high and should be considered with great discretion in hydraulic design of the irrigation system.

Keywords: irrigation, load loss, connections.

¹Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA/UNESP) - Fazenda Experimental Lageado. Rua José Barbosa de Barros, 1780, Botucatu (SP). Caixa Postal: 237. CEP: 18610-307. *Email: franciennegois@yahoo.com.br. Autor para correspondência.

²Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Av. Edilson Lamartine Mendes, 300, Bairro Parques das Américas, Uberaba (MG). CEP: 38064-900.

INTRODUÇÃO

O uso da irrigação vem crescendo cada vez mais devido ao avanço tecnológico da agricultura irrigada, que procura sempre, métodos de irrigação que tenham grande eficiência, aliada à redução nos custos de produção e consumo de água e energia elétrica. Isto tem causado grande crescimento no desenvolvimento de materiais e equipamentos que tendem a melhorar o desempenho nos sistemas de irrigação. Os conhecimentos científicos de processos físicos que envolvem a condução de água para irrigação devem ser profundamente estudados, evitando-se possíveis simplificações que podem acarretar erros de dimensionamento hidráulico e energético.

O líquido ao escoar através de canalização sofre resistência ao seu movimento, em razão do efeito combinado da viscosidade e inércia. Essa resistência é vencida pelo líquido em movimento, mediante uma dissipação de parte de sua energia disponível ao que, comumente, se chama de perda de energia, especialmente “Perda de Carga”. Embora essa “perda” de energia seja comumente designada como “perda por fricção” ou “por atrito”, não se deve supor que ela seja devida a uma forma de atrito como o que ocorre com os sólidos. Junto às paredes dos tubos não há movimento do fluido. A velocidade se eleva de zero até o seu valor máximo junto ao eixo do tubo. Pode-se assim, imaginar uma série de camadas em movimento, com velocidades diferentes e responsáveis pela dissipação de energia. Em escoamento em tubulações, dutos e seus acessórios, ocorrem variações de pressão. Sempre que um líquido escoar no interior de um tubo de um ponto para outro, haverá uma certa perda de energia, denominada perda de pressão ou “Perda de Carga” (AZEVEDO NETTO, 1998).

O sucesso de implantação da agricultura irrigada depende da otimização do projeto hidráulico, buscando sempre a

menor soma dos custos fixos e variáveis. Neste caso, um dos parâmetros mais importantes a serem considerados é a perda de carga, a qual deve ser determinada com precisão, resultando em um sistema de recalque mais econômico e eficiente. Em sistemas de irrigação, as conexões normalmente são utilizadas para a passagem de água da linha de derivação para a linha lateral ou até mesmo, quando se usa diferentes diâmetros de tubulação na linha principal ou lateral.

No mercado brasileiro um grande número de peças e acessórios vem sendo comercializado, porém com pouquíssimas informações técnicas. A perda de carga é um parâmetro fundamental no dimensionamento de um sistema de irrigação. A determinação da perda de carga nas singularidades 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).

Para a determinação de perda de carga localizada é necessária a realização de experimentos. Existem inúmeros dados experimentais para perdas de carga localizadas, mas especificamente para conexões (reduções) muito pouco tem se encontrado, e em determinados casos, apresentam valores diferentes para a mesma configuração de escoamento. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo determinar as perdas de carga localizadas produzidas por reduções concêntricas de diferentes diâmetros e vazões e gerar gráficos e modelos de equações de perdas de carga em função da vazão.

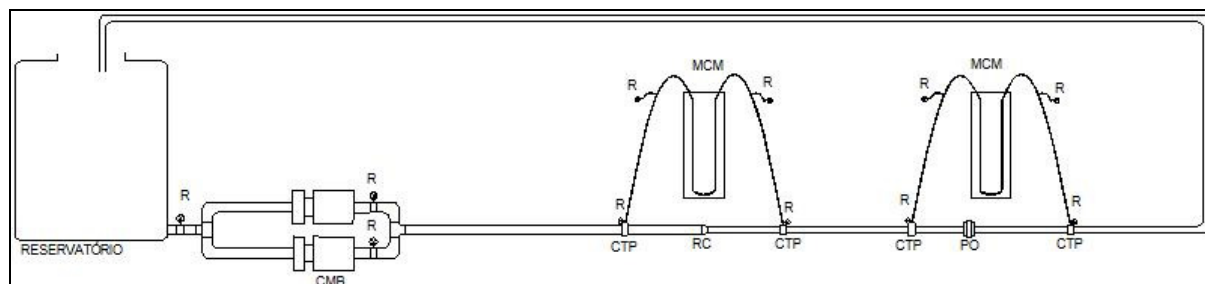
MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Hidráulica do Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Campus Uberaba, MG.

Instalações e equipamentos

A bancada de teste, Figura 1, constou de um reservatório de 5000L, com registro de gaveta e tê adaptado para 2 mangotes conectados a 2 conjuntos moto-bomba ligados em paralelo. Os conjuntos moto-

bomba utilizados foram: KSB Hidrobloc C-3000, com diâmetros de sucção e recalque de 1'', vazão de 2 a 15 m³h⁻¹ e Schneider BC-92 SGB, com diâmetro de sucção de 1.1/4'' e diâmetro de recalque de 1'', vazão de 7,2 a 16,3 m³h⁻¹. Os motores eram acionados por chave de partida direta tipo contatora.



CMB - Conjunto Moto-Bomba; **R** - Registros; **CTP** - Colar de Tomada de Pressão; **RC** - Redução Concêntrica; **MCM** - Manômetro de Coluna de Mercúrio em "U"; **PO** - Placa de Orifício.

Figura 1 - Desenho esquemático da bancada de teste utilizada para determinação de perda de carga em reduções concêntricas.

Em seguida montou-se um sistema para determinação da perda de carga localizada em reduções concêntricas. Foram analisadas 3 reduções concêntricas de PVC: 75 x 50 mm, 50 x 35 mm e 35 x 1'' (adaptação técnica constituída de adaptador curto 35 x 1.1/2'', luva roscável 1.1/2'', bucha de redução 1.1/2 x 1'', adaptador

interno 1''). Para cada teste utilizou-se uma das reduções.

1º Teste: 3,30 m de tubo PVC PN40 75 mm, com diâmetro interno de 72,5 mm; colar de tomada de pressão de 75 mm; redução concêntrica de 75 x 50 mm; 0,75 m de tubo PVC PN40 50 mm, com diâmetro interno de 48,1 mm e colar de tomada de pressão de 50 mm; (Figura 2).



Figura 2 - Redução concêntrica de 75x50mm com os colares de tomada de pressão

2º Teste: 3,30 m de tubo PVC PN 40 50 mm, com diâmetro interno de 48,1 mm; colar de

tomada de pressão de 50 mm; redução concêntrica de 50 x 35 mm; colar de tomada

de pressão de 35 mm e 0,75 m de tubo de 35,7 mm (Figura 3); PVC PN 40 35 mm, com diâmetro interno de



Figura 3 - Redução concêntrica de 50x35mm com os colares de tomada de pressão

3º Teste: 3,30 m de tubo PVC PN 40 35 mm, com diâmetro interno de 35,7 mm; colar de tomada de pressão de 35 mm; adaptação técnica para obter uma redução concêntrica de 35 x 1", colar de tomada de pressão de 1" (constituído de uma agulha veterinária cortada num comprimento equivalente a espessura da parede do tubo e afixada com abraçadeiras) e 0,75 m de tubo de polietileno de 1" (Figura 4).



Figura 04 - Redução concêntrica de 35x1''(adaptada) e colares de tomada de pressão

Determinação das vazões

As variações das vazões foram controladas através da abertura dos registros de gaveta instalados nas saídas das bombas e as medições de vazão no sistema foram obtidas mediante o auxílio de uma placa de orifício previamente calibrada no laboratório de Hidráulica da Universidade de Lavras e conectada a um tubo de PVC de 50 mm onde se permitia a passagem de até 30 m³ h⁻¹

¹(Figura 5). Foram feitas 3 repetições das leituras de vazão simultaneamente. Através das leituras no manômetro, gerou-se a Equação 1:

$$Q = 0,3164x^{0,4974} \quad (1)$$

$$R^2 = 0,9986$$

em que:

Q = vazão (m³h⁻¹);

x = leitura do diferencial de pressão no manômetro de coluna de mercúrio em "U" (mm.c.a).

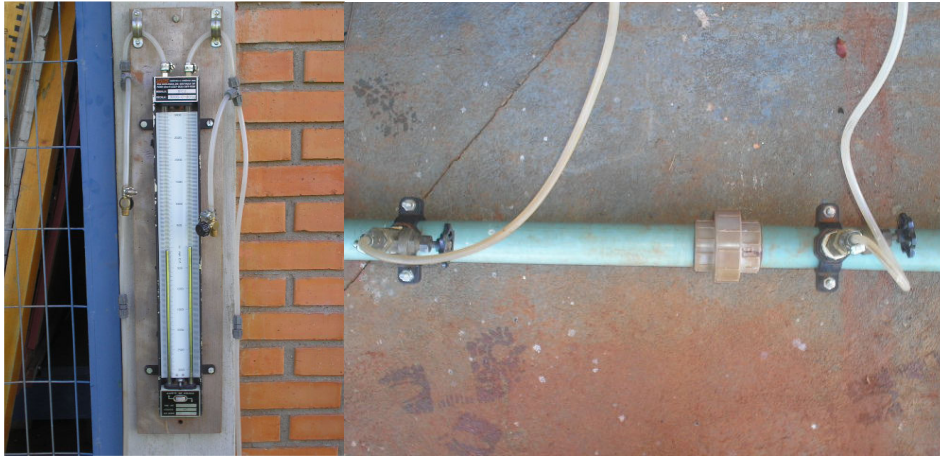


Figura 5 - Manômetro de coluna de Mercúrio em U e placa de orifício

Determinação das Perdas de Carga

Para as determinações da perda de carga nas reduções, foram inseridos colares de tomadas de pressão nos tubos a uma

distância de 2,5 vezes o diâmetro interno da tubulação a montante e 8 vezes o diâmetro interno da tubulação a jusante das reduções de acordo com DELMEÉ (2003), (Figura 6).



Figura 6 - Posicionamento dos colares de tomada de pressão

A determinação das perdas de carga totais nos trechos (H_{f_t}) entre as inserções dos colares de tomada de pressão foram obtidas através do diferencial de pressão, utilizando-se manômetro de coluna de mercúrio em “U”. Foram feitas 3 repetições das leituras de perda de carga no manômetro simultaneamente. As perdas de carga contínuas relativas aos trechos a montante (hf_m) e a jusante (hf_j) das reduções, foram

obtidas por meio da equação de Darcy-Weisbach (Equação 1).

A perda de carga localizada nas reduções concêntricas (hf_r) foi calculada pela Equação 2:

$$Hf_r = Hf_t - (hf_m + hf_j) \quad (2)$$

em que:

Hf_r = perda de carga localizada na redução (m.c.a);

Hf_t = perda de carga total no trecho (m.c.a);

hf_m = perda de carga a montante (m.c.a);

hf_j = perda de carga a jusante(m.c.a);

Em cada situação colocada em teste, geraram-se planilhas, envolvendo dados de: vazão, velocidade, diâmetro interno, número de Reynolds, coeficiente de atrito, perda de carga total no trecho, perda de carga a montante e jusante da redução e perda de carga localizada na redução. Durante a realização dos testes a temperatura média da água era de 20°C. Portanto, utilizou-se o valor de $0,000001007 \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ para a viscosidade cinemática da água para cálculo do número de Reynolds. Com o auxílio do programa computacional Excel, obteve-se os gráficos e os modelos de equações propostas neste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verifica-se através das Tabelas 01, 02 e 03 que as perdas de carga aumentaram proporcionalmente com o aumento da vazão e velocidade do fluxo. Obviamente que isso era esperado, pois quando se aumenta o fluxo do líquido, aumenta-se a turbulência no conduto.

As variações das vazões foram de: 16.97; 15.50; 13.87; 12.02; 9.83 e 6.96 $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ para as reduções de 75x50mm e 50x35mm e 6.02; 4.70; 3.23 e 2.06 $\text{m}^3.\text{h}^{-1}$ para a redução de 35x1”.

Tabela 01 - Cálculos para a redução concêntrica de 75x50 mm.

Q (m^3h^{-1})	V(m.s^{-1}) 75mm	V(m.s^{-1}) 50mm	Hft (m.c.a)	Hfm (m.c.a)	Hfj (m.c.a)	Hfr (m.c.a)
16,97	1,14	2,60	0,98	0,0032	0,0505	0,9263
15,50	1,04	2,37	0,82	0,0027	0,0427	0,7745
13,87	0,93	2,12	0,65	0,0022	0,0349	0,6096
12,02	0,81	1,84	0,50	0,0017	0,0268	0,4715
9,83	0,66	1,50	0,31	0,0012	0,0186	0,2936
6,96	0,47	1,06	0,13	0,0006	0,0099	0,1227

Tabela 02 - Cálculos para a redução concêntrica de 50x35mm.

Q (m^3h^{-1})	V (m.s^{-1}) 50mm	V (m.s^{-1}) 35mm	Hft (m.c.a)	Hfm (m.c.a)	Hfj (m.c.a)	Hfr (m.c.a)
16,97	2,60	4,71	2,92	0,0158	0,1635	2,7408
15,50	2,37	4,30	2,43	0,0134	0,1379	2,2754
13,87	2,12	3,85	1,92	0,0109	0,1121	1,7970
12,02	1,84	3,34	1,45	0,0084	0,0859	1,3590
9,83	1,50	2,73	0,97	0,0058	0,0592	0,9084
6,96	1,06	1,93	0,44	0,0031	0,0314	0,4055

Tabela 03 - Cálculos para a redução concêntrica de 35x1.

Q (m^3h^{-1})	V(m.s^{-1}) 35mm	V(m.s^{-1}) 1"	Hft (m.c.a)	Hfm (m.c.a)	Hfj (m.c.a)	Hfr (m.c.a)
6,02	1,67	2,72	3,0	0,0075	0,0621	2,9304
4,70	1,30	2,12	2,0	0,0048	0,0394	1,9558
3,23	0,90	1,46	1,0	0,0024	0,0199	0,9776
2,06	0,57	0,93	0,5	0,0011	0,0089	0,4900

As equações de perda de carga obtidas em função da variação do fluxo de água apresentaram elevados coeficientes de ajuste para o modelo potencial, em conformidade com Caixeta (1991), como pode ser observado na Tabela 04. A perda de carga

nas reduções estaria sendo provocado pela constrição que ocorre na linha de fluxo, o que eleva a velocidade do mesmo funcionando como um ponto de formação, ou acréscimo, de turbulência.

Tabela 04 - Equações de perda de carga (m.c.a.) em função das vazões ($\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$)

Redução	Equação de Perda de Carga	R ²
75 x 50	$H_f = 0,0016\cdot Q^{2,2581}$	0,9963
50 x 35	$H_f = 0,0068\cdot Q^{2,1262}$	0,9986
35 x 1"	$H_f = 0,142\cdot Q^{1,6833}$	0,9985

Na Figura 7 são apresentadas as curvas de perda de carga para as reduções de 50 x 35 mm e 75 x 50 mm e na Figura 8 a curva de perda de carga para a redução de 35 x 1" em função da vazão, onde pode-se observar que a variação da perda de carga nas reduções foi mais influenciada pela velocidade da água em função da maior

vazão, ocasionando zona de turbulência, provocada pelo estrangulamento da linha de fluxo. Os valores de perda de carga determinados para as reduções possuem valores significativos e não podem ser desconsiderados em dimensionamentos hidráulicos.

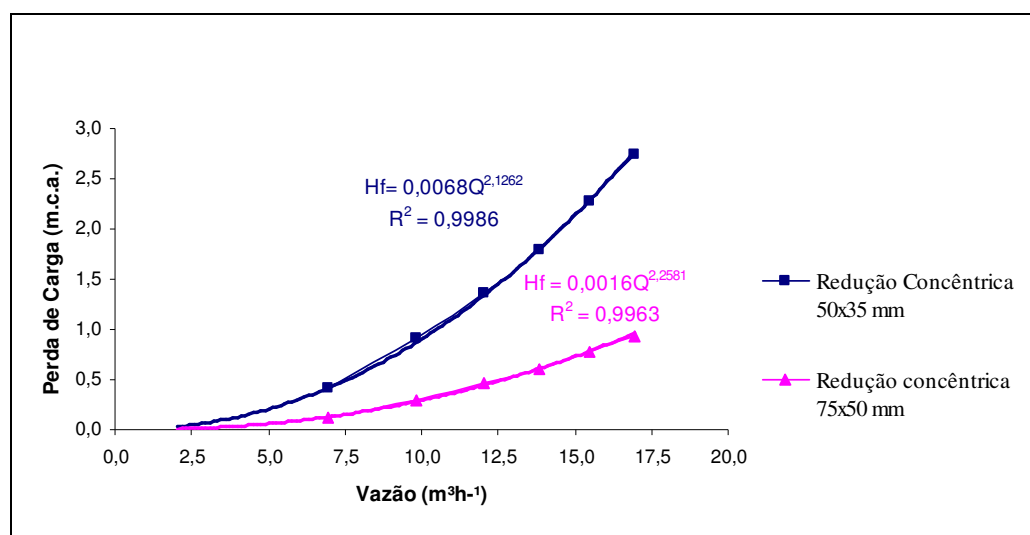


Figura 07 - Caracterização e comparação das Perdas de Carga no Manômetro de Coluna de Mercúrio em "U" em função da Vazão para as Reduções Concêntricas de 50x35 mm e 75x50mm.

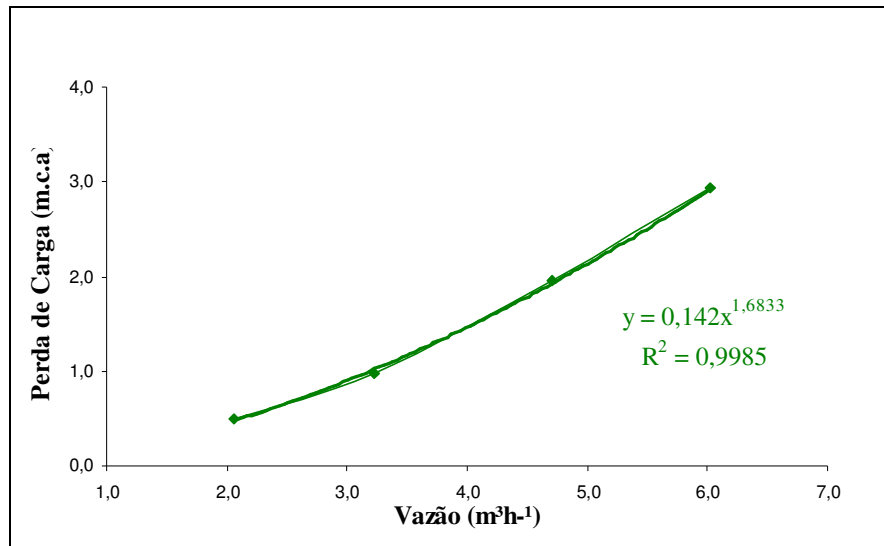


Figura 8 - Caracterização das perdas de carga no manômetro de coluna de mercúrio em "U" em função da vazão para a redução concêntrica de 35 x 1".

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que os modelos de equações e os gráficos gerados podem ser usados para estimativa da perda de carga das conexões estudadas para qualquer vazão dentro do intervalo avaliado. Trabalhos desta natureza devem ser realizados na busca de modelos que representem a variação da perda de carga localizada para este tipo de conexões, operando com outras vazões e outros diâmetros e também para outros materiais de fabricação.

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 Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola 26, 1997, Campina Grande – PB. **Anais** ...Uberaba, Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba/ Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p.97-99.

DELMEÉ, G.J. **Manual de medição de vazão**. 3ª edição. Ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo-SP, 2003.346p.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETTO, J. M. de. **Manual de Hidráulico**. 8ª edição. Ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo-SP, 1998. 669p.

CAIXETA, A.V. **Perda de carga em tubos e conexões de PVC utilizados em sistemas portáteis de irrigação por aspersão**. 1991. 115p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, 1991.