

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE PERDA DE CARGA CONTÍNUA “C” DA EQUAÇÃO DE HANZEN-WILLIAMS

R. D. M. Araújo¹, E. P. de Miranda²; G. S. Martins²; M. A. G. Barbosa³;; T. C. B. de Oliveira³; K. C. Viana³

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar os coeficientes de perda de carga contínua “C” da equação de Harzen-Williams em uma tubulação de PVC de 25 mm, para diferentes vazões. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Hidráulica, Irrigação e Drenagem do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – CE - Campus Iguatu. Mediram-se as perdas de carga contínua através de piezômetros de mercúrio, aplicando-se em seguida a equação de Harzen-Williams para determinar o coeficiente C. Duas foram as equações encontradas que apresentaram altos coeficientes de determinação (R^2), uma Linear: $C = 614484.Q + 53,905$ ($R^2 = 0,987$) e uma segunda equação polinomial: $C = 1E+08.Q^2 + 559338.Q + 58489$ ($R^2 = 0,9874$). Sendo então mais preciso determinar o valor do coeficiente C, que varia em função da vazão, do que considera-lo como um valor fixo.

PALAVRAS-CHAVES: Irrigação, perda de carga e Harzen-Williams.

DETERMINATION OF THE CONTINUOUS CHARGE LOSSES COEFFICIENT “C” FROM THE HAZEN-WILLIAMS EQUATION

SUMMARY: The objective of this study was to determine continuous charge losses coefficient “C” from the Harzen-Williams equation in a PVC pipe of 25 mm diameter, and for different flow rates. The study was conducted at the Laboratory of Hydraulics, Irrigation and Drainage of the Federal Institute for Education, Science and Technology - CE - Campus Iguatu. The continuous charge losses were taken by a mercury pyezometer, and then it was applied the Hazen-Williams equation to determine the “C” coefficient. Two equations were found with high determination coefficients (R^2), one Linear: $C = 614484.Q + 53.905$ ($R^2 = 0.987$) and a second polynomial equation: $C = 1E +08. Q^2 + 559338. Q + 58489$ ($R^2 = 0.9874$). This way is more precisely to determine the value of ‘C’ coefficient, varying with flow, than to consider it as a fixed value.

KEYWORDS: irrigation, head loss, Harzen-Williams.

¹Graduando em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, CEP: 63500-000, Iguatu, CE. Fone (88) 35821000, e-mail: rafadimatos@hotmail.com.

² Profs. M. Sc., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, CEP: 63500-300, Iguatu-CE.

³ Graduandos em Irrigação e Drenagem, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Iguatu, CE.

INTRODUÇÃO

O dimensionamento adequado de um sistema de irrigação requer o conhecimento sobre perda de carga que ocorre nas tubulações, portanto determinar a perda de carga em tubulações é um fator importantíssimo para os projetos de irrigação porque afeta o custo total e o balanço hidráulico do sistema. O diâmetro dos tubos da rede de distribuição de água depende da magnitude da perda de carga admissível no sistema pelo projetista. O custo operacional é afetado inversamente pelo diâmetro dos tubos. Aumentando-se o diâmetro, para uma dada vazão, a perda de carga por unidade de comprimento diminui, reduzindo a energia de bombeamento necessária (LENCASTRE, 1983)

De acordo com STREETER & WYLIE citados por CAIXETA (1991), o termo perda de carga é usado como sendo parte da energia potencial, de pressão e de velocidade que é transformada em outros tipos de energia, tal como o calor, durante o processo de condução da água.

Segundo AZEVEDO NETTO (1966), qualquer causa perturbadora que venha estabelecer ou elevar a turbulência é responsável por uma perda de carga, decorrente da conversão e dissipação de parte da energia mecânica em calor provocada pela inércia e turbilhonamentos, sendo denominadas de perda de carga.

Portanto, de acordo com BERNARDO (2006) a perda de carga é atribuída ao movimento da água, ao longo das tubulações. Ela é considerada como uniforme, ao longo de qualquer trecho de uma canalização de diâmetro constante, e é a principal perda de carga, maioria dos projetos de condução da água.

O escoamento em tubos está sempre sujeito à resistência hidráulica e à dissipação de energia, representada pela perda de carga, que em escoamentos permanentes e turbulentos de fluidos reais, por meio de tubos de seção cilíndrica, pode ser calculada por diferentes equações, apresentadas na literatura básica de hidráulica (PORTO, 1998).

O cálculo de perdas de cargas em situações que envolvam fluxo de água em tubulações é fonte constante de estudos, uma vez que esse fator refere-se à perda de energia provocada por atritos que ocorram entre a água e as paredes das tubulações, como consequência da interação entre viscosidade e rugosidade, sendo refletida nos custos variáveis da instalação (KAMAND, 1988).

O objetivo deste trabalho foi determinar o coeficiente C da equação de Harzem-Willians para perda de carga contínua em uma tubulação de PVC de 25 mm.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Hidráulica, Irrigação e Drenagem do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – CE - Campus Iguatu.

A bancada de teste constou de uma tubulação DN 25. O controle de fluxo de água no sistema foi obtido mediante um registro de gaveta (Figura 1).

Foram utilizadas duas tomadas de pressões distanciadas, do início e do fim da tubulação, trinta vezes o diâmetro interno, como sugerido por MILLER, citado por CAIXETA (1991). As tomadas de pressão foram constituídas de agulhas veterinárias, cortadas num comprimento equivalente à espessura da parede do tubo e colada a esse, de modo que não permitisse ultrapassar a parede da tubulação e provocar aumento na turbulência.

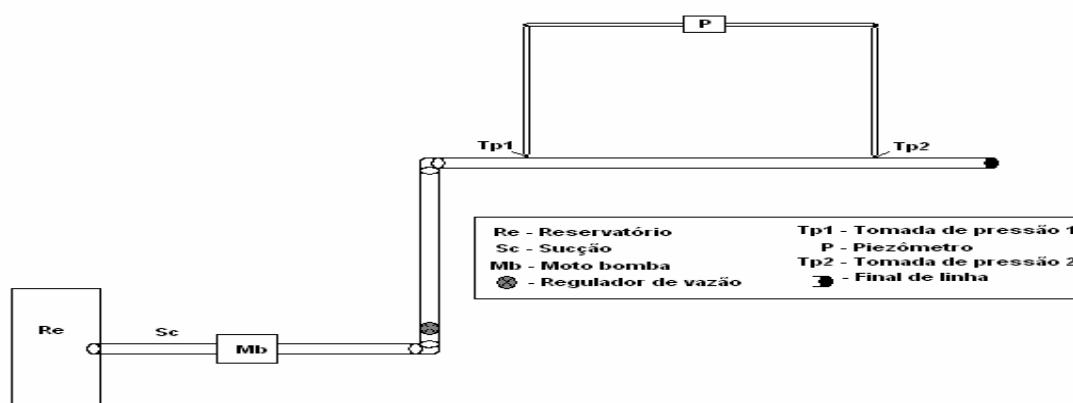


Figura 1 – Diagrama de percurso utilizado nas medições de vazão e pressão.

Para medição das pressões nos dois pontos foi utilizado um piezômetro de mercúrio (Figura 2).

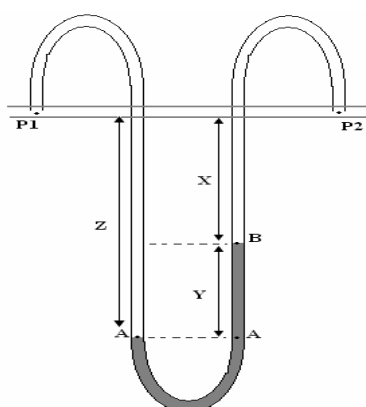


Figura 2 – Piezômetro de mercúrio

Para determinação da pressão utilizou-se a seguinte equação, baseando-se na Lei de Steven:

$$P_1 - P_2 = 12600 \cdot X \quad (1)$$

Sendo:

P_1 e P_2 - pressões, respectivamente, no ponto 1 e 2 (kgf/m²);

X - diferença entre as alturas das colunas de mercúrio (m).

Foram feitas leituras de pressões em função do aumento na vazão.

Utilizou-se a equação de Bernoulli (Equação 2), na sua forma resumida, para determinar a perda de carga contínua:

$$\frac{P_1 - P_2}{1000} = hf_{contínua} \quad (2)$$

Em que:

$hf_{contínua}$ – perda de carga contínua (m)

Com os valores das perdas de carga contínua calculou-se os coeficientes C através da equação de Hazen-Williams (equação 3)

$$hf_{contínua} = \frac{10,643}{C^{1,85}} \cdot L \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad (3)$$

Em que:

C – Coeficiente de Hazen-Williams;

L – comprimento da tubulação (aqui – espaçamento entre as tomadas de pressão – m);

Q – vazão (m³/s);

D – Diâmetro da tubulação (m).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1, são mostrados os valores dos coeficientes C para os diversos valores de vazão.

Tabela 1 – Valores da vazões e coeficientes “C” da perda de carga contínua.

Q (m³/s)	C
5,83E-05	96,7
9,17E-05	114,2
9,43E-05	107,5
0,000111	120,3
0,000125	129,2
0,000133	126,7
0,000231	211,7
0,00025	204,5
0,00025	204,5
0,000275	212,8
0,000406	305,9

As figuras 3 e 4 mostram as variação do coeficiente C versus a vazão, apresentando uma alta correlação, sendo que os gráficos abaixo, linear e polinomial, foram os que apresentaram melhores correlações.

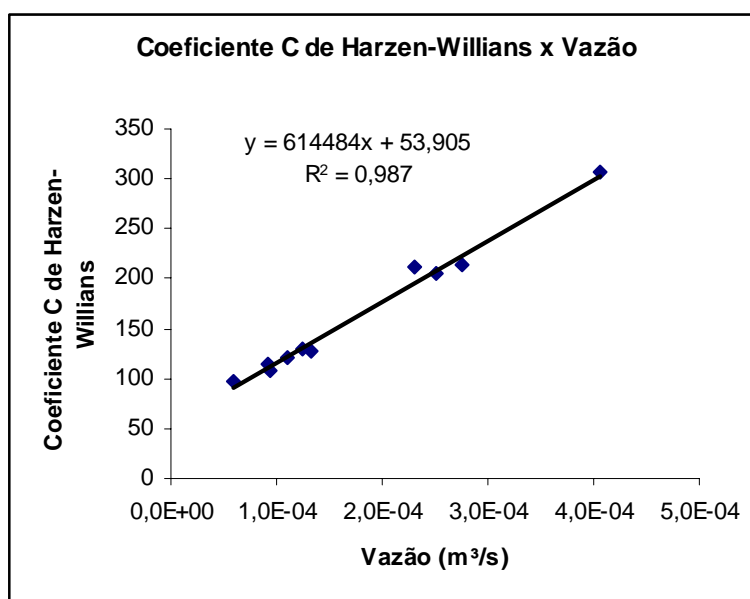


Figura 3: Coeficiente C versus vazão, equação linear.

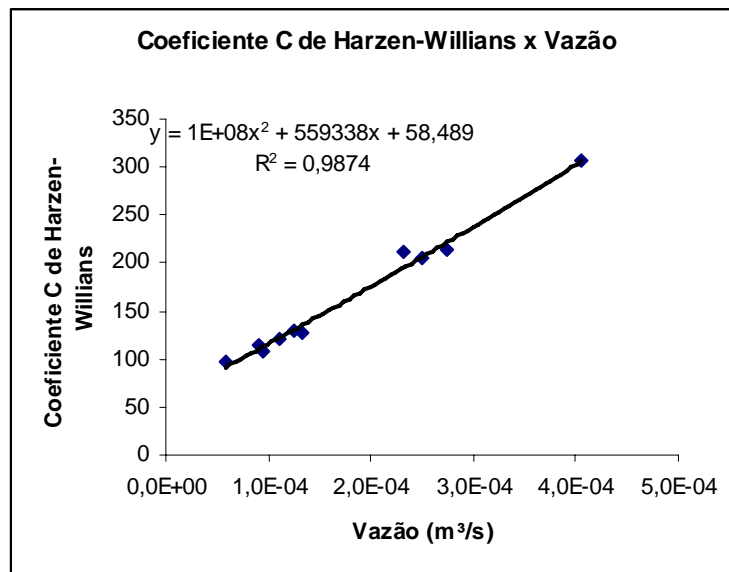


Figura 4: Coeficiente C versus vazão, equação polinomial.

CONCLUSÃO

O coeficiente C da equação de Harzen-Willians para perda de carga contínua varia de forma diretamente proporcional com a vazão e não apenas conforme a natureza e tempo de uso.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO NETTO, J. M. De. Manual de hidráulica. 4.ed. São Paulo: E. Blucher, 1966. 865p.
- BERNARDO, S. MANTOVANI, E.C.; SOARES, A.A. Manual de Irrigação. 8 ed. Viçosa: UFV, 2006.
- CAIXETA, A, V. Perda de Carga em tubos e conexões de PVC utilizados em sistemas portáteis de irrigação por aspersão. Piracicaba: ESALQ, 1991. 115p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia).
- KAMAND, F. Z. Hydraulic friction factors for pipe flow. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, New York, v. 114. n. 2. p.311-323, may, 1988.
- LENCASTRE, A. **Hidráulica Geral**. Lisboa: Hidroprojecto, 1983.
- PORTO, R.M. Hidráulica básica. São Carlos: EESC/USP, 1998.