III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAGRO 2018

MEDIÇÃO DE PERDA DE CARGA PRINCIPAL EM UMA MANGUEIRA DE POLIETILENO

MEASUREMENT OF MAIN LOAD LOSS IN A POLYETHYLENE HOSE

Apresentação: Relato de Experiência

Thayane Leonel Alves¹; Gabriela de Almeida Mourão²; José de Arruda Barbosa³;
Antônio Michael Pereira Bertino⁴; José Renato Zanini⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00746>

Introdução

A crescente demanda por alimentos no mundo implica o aumento da produtividade, uma opção para que isso ocorra é a utilização da irrigação na agricultura. O planejamento de um sistema de irrigação, exige, além dos conhecimentos da cultura, conhecimentos básicos de hidráulica e a perda de carga que ocorre nas tubulações é um dado muito importante para o dimensionamento desse sistema.

A perda de carga, em sistemas de bombeamento de líquidos, é denominada quando ocorre um deslocamento de um líquido de dentro de um tubo e esse deslocamento causa atrito entre o fluido e a parede interna do tubo, ocorrendo-se perda de energia (ANDRADE, [20--?]).

A perda de carga pode ser classificada em perda de carga principal ou distribuída, sendo a que ocorre ao longo da tubulação e perda de carga secundária ou localizada, ocorrendo em pontos distintos da tubulação, sendo eles: tês, joelho, válvulas, curvas, ampliadores, etc. O somatório dessas perdas é muito importante para se projetar um sistema de irrigação, a fim de obter uma melhor escolha técnica e econômica do material a ser utilizado (ECO EDUCACIONAL, 2014).

A perda de carga é determinada pelas seguintes fórmulas (ZANINI, 2017):

¹ Mestranda em Agronomia (Ciência do Solo), UNESP - Campus de Jaboticabal – Jaboticabal / São Paulo; E-mail: thayaneleonel@hotmail.com

² Mestranda em Agronomia (Ciência do Solo), UNESP - Campus de Jaboticabal – Jaboticabal / São Paulo; E-mail: gabrielamouraodealmeida@gmail.com

³ Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo), UNESP - Campus de Jaboticabal – Jaboticabal / São Paulo, E-mail: josearruda777@gmail.com

⁴ Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP - Campus de Jaboticabal – Jaboticabal / São Paulo; E-mail: ampbantonio@gmail.com

⁵ Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP - Universidade de São Paulo, e-mail: jrzanini@fcav.unesp.br

- **Fórmula Universal** (Darcy-Weisbach) (Equação 1):

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

Sendo essas equações difícil de ser determinadas pelo fato de f não ser facilmente apresentado, uma fórmula aproximada para determinar f é a equação de Swamee-Jain (Equação 2):

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{e}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} \quad (2)$$

- **Fórmula de Hazen-Williams** (Equação 3, 4, 5 e 6) (aceito apenas para água em regime turbulento; recomendado para diâmetro maior ou igual a 50 mm):

$$V = 0,355 C D^{0,63} J^{0,54} \quad (3)$$

$$Q = 0,2788 C D^{2,63} J^{0,54} \quad (4)$$

$$J = \frac{6,81 V^{1,85}}{C^{1,85} D^{1,17}} = \frac{10,65 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,87}} \quad (5)$$

$$D = \frac{Q^{0,38}}{0,615 C^{0,38} J^{0,205}} \quad (6)$$

- **Fórmula de Blasius:**

$$hf = 7,779 \times 10^{-4} L \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \quad (7)$$

O objetivo do experimento foi calcular a perda de carga principal entre dois pontos de uma mangueira de polietileno em diferentes vazões, utilizando o manômetro de coluna de mercúrio; comparar elas através das equação de Hazen-Williams, Fórmula Universal, equação de Swamme e Jain e equação de Blasius, e traçar gráficos com os dados obtidos.

Relato de Experiência

Materiais utilizados: • Tubulação de PVC e mangueiras; Registros de controle da vazão; Caixas d'água; Sistema de bombeamento com bomba centrífuga; Manômetros de mercúrio em tubo em U; Balança; Balde; Cronômetro; Tabela de anotação dos resultados na apostila.

Descrição dos procedimentos da aula: 1- Foi conectado, com distância de 10 metros, à mesma altura, em dois pontos uma mangueira com diâmetro menor à mangueira de polietileno da tubulação até cada extremidade do tubo em U de mercúrio, sendo que a perda de carga foi medida entre esses dois pontos da mangueira. 2- Com a caixa d'água cheia, a bomba foi

ligada, para que bombeasse água para as tubulações e retira da todo ar de dentro das mangueiras. 3- Foi pesado o recipiente de coleta da água vazio, para desconsiderar seu peso do peso final, após coletado certo volume de água. Balde vazio = 1,800 kgf. 4- A vazão foi controlada com uma válvula de gaveta ao final da mangueira. 5- Foram coletados quatro vazões diferentes, anotou-se os limites inferior e superior da coluna do manômetro, o tempo de coleta cronometrado e o volume de água coletado. Depois foram feitos os cálculos de perda de carga ao longo da tubulação.

Os dados obtidos foram anotados na tabela 1, sendo eles a leitura do manômetro (limite inferior e superior), tempo de coleta e volume coletado. Com esses valores foram calculados a vazão e perda de carga: por diferença de pressão; pela equação de Hazen-Williams (Equação 5); pela Formula Universal (Equação 1), utilizando a equação de Swamee-Jain (Equação 2); e pela equação de Blasius (Equação 7).

TABELA 1 – Anotações dos dados coletados em diferentes vazões, 2018.

Leitura no manômetro (mm)		Tempo de coleta (s)	Volume coletado (m³)
Inferior	Superior		
1	16	64	0,0188
10	25	50	0,0225
33	49	55	0,0401
54	69	49	0,0441

Fonte: A autora.

Foram determinados os cálculos da altura da coluna do fluido (2); vazão (3); e a perda de carga determinado (m/100m) (4):

$h' = \text{inferior} + \text{superior}$	$H_f = 12,596 h' \text{ (m.c.fluido)}$
$1 + 16 = 17 \text{ mm} = 0,017 \text{ m}$	$hf = 12,596 \times 0,017 = hf = 0,2141 \text{ (m.c.fluido)}$
$10 + 25 = 35 \text{ mm} = 0,035 \text{ m}$	$hf = 12,596 \times 0,035 = hf = 0,4408 \text{ (m.c.fluido)}$
$33 + 49 = 82 \text{ mm} = 0,082 \text{ m}$	$hf = 12,596 \times 0,082 = hf = 1,0328 \text{ (m.c.fluido)}$
$54 + 69 = 123 \text{ mm} = 0,123 \text{ m}$	$hf = 12,596 \times 0,123 = hf = 1,5493 \text{ (m.c.fluido)}$

$Q = \text{volume} / \text{tempo}$	Perda de carga determinada
$Q = 0,0188 / 64 = 2,937 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$	(m/100m) $J = (hf/L) \times 100 \text{ (m/100m)}$
$Q = 0,0225 / 50 = 4,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$	$J = (0,2141/10) \times 100 = 2,14 \text{ m/100m}$
$Q = 0,0401 / 55 = 7,29 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$	$J = (0,4408/10) \times 100 = 4,41 \text{ m/100m}$
$Q = 0,0441 / 49 = 9,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$	$J = (1,0328/10) \times 100 = 10,32 \text{ m/100m}$
	$J = (1,5493/10) \times 100 = 15,49 \text{ m/100m}$

III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAGRO 2018

Os valores de perda de carga determinados foram comparados aos dados estimados através das equações de Hazen & Williams (Equação 5), Fórmula universal - Swamee & Jain (Equação 1 e 2) e Blasius (Equação 7). Todos os dados obtidos estão alocados na tabela 2.

TABELA 2 – Resultados dos cálculos de perda de carga determinado em manômetro de mercúrio e os métodos de Hazen-Williams, Swamee e Jain, e Blasius, 2018.

Leitura no manômetro (mm)		Tempo de coleta (s)	Volume coletado (m ³)	Q (m ³ /s)
Inferior	Superior			
1	16	64	0,0188	0,00029
10	25	50	0,0225	0,00045
33	49	55	0,0401	0,00073
54	69	49	0,0441	0,00090

V (m/s)	Rey (VD/visc)	J Obtido (m/100m)	Hazen-Williams (m/100m)	Fórmula Universal - Swamee e Jain (m/100m)	Blasius (m/100m)
0,59	14.774,62	2,14	1,85	2,087	2,078
0,91	22.691,39	4,41	4,093	4,464	4,403
1,48	36.760,06	10,32	9,992	10,608	10,244
1,83	45.382,79	15,49	14,75	15,541	14,812

Fonte: A autora.

Comparando-se os resultados obtidos, a equação de Hazen & Williams obteve valores bem inferiores ao valor de perda de carga determinada pela coluna de mercúrio, já para as equações de Swamee & Jain e Blasius os valores ficaram bem próximo ao determinado.

Considerações

A equação de Blasius foi a que apresentou menor variação em relação aos valores de perda de carga determinados em coluna de mercúrio, exceto na última vazão, sendo a equação de Swamee & Jain melhor representada. Essas equações apresentaram maior eficiência na determinação dos dados.

Referências

- ANDRADE, A. L. de. **Máquinas hidráulicas** / AT-087. Paraná, [20--?]. (Apostila).
- ECO EDUCACIONAL. **Roteiro de aula prática**: Experimento de perda de carga em acessórios hidráulicos. Florianópolis, 2014.
- ZANINI, J. R. **Hidráulica** - Teoria e Exercícios. Jaboticabal, 2017. (Apostila).