

ESTIMATIVA DO COEFICIENTE DE CARGA CINÉTICA (k) EM EMISSORES ONLINE EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DE OBSTRUÇÃO

José Henrique Nunes Flores¹, Bernardo Gomes Nörenberg², Lessandro Coll Faria³, Alberto Colombo⁴, Henrique Fonseca Elias de Oliveira⁵, Roberta Bezerra da Silva⁶

RESUMO: O objetivo deste estudo foi ajustar os parâmetros do modelo para estimativa do coeficiente de carga cinética em função do índice de obstrução, para emissores on-line. Foi realizado um levantamento de dados na literatura, buscando trabalhos que apresentassem o coeficiente de carga cinética (k) e características geométricas de emissores on-line. Após o levantamento de dados, foi ajustado um modelo do k em função do índice de obstrução (IO), k(IO). O modelo ajustado foi comparado com os modelos da literatura considerando cada grupo de dados. Ajustou-se um modelo para o conjunto de dados completo e realizou-se validação cruzada. Os coeficientes estatísticos utilizados foram índice de confiança de Camargo, soma do quadrado dos erros, e a raiz quadrada do quadrado do erro médio. Foram encontrados na literatura três trabalhos, totalizando 51 observações, que corresponderam aos dados necessários, sendo que cada trabalho apresentou um modelo de k(IO). Os resultados do modelo proposto em comparação aos modelos da literatura foram similares. Quando se considerou todos os dados, o desempenho do modelo foi classificado como ótimo. Deste modo, pode-se concluir que os parâmetros ajustados com base nos dados de literatura são uma opção para a estimativa do coeficiente de carga cinética de emissores online em função do índice de obstrução.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação localizada; índice de obstrução, perda de carga localizada.

¹ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

² Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

³ Prof. Dr., Engenharia Hídrica, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

⁴ Prof. Ph.D., Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG. Fone (35) 3829 1388. Email: acolombo@ufla.br.

⁵ Prof. Dr., Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, Ceres, GO.

⁶ Graduanda, Engenharia Hídrica, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

ONLINE EMITTER KINETIC HEAD COEFFICIENT (k) ESTIMATION AS OBSTRUCTION INDEX FUNCTION

ABSTRACT: This study aims to adjust model parameters to estimate the kinetic head coefficient as a function of obstruction index, for on-line emitters. Data collection was conducted in the literature, seeking papers that presented the kinetic head coefficient (k) and geometric characteristics of on-line emitters. A model was adjusted to estimate the kinetic load coefficient as a function of the obstruction index (k(IO)). The adjusted model was compared with the literature models considering each data group. A model was set for the complete data set and cross-validation was performed. The statistical used were coefficients Camargo reliability and performance index, sum-of-squares, root mean square error. Three studies were found in the literature, totaling 51 observations, which corresponded to the necessary data, and each study presented a k(IO) model. The results of the proposed model compared to the literature models were similar. When all data were considered, the performance of the model was classified as optimal. Thus, it can be concluded that model parameters adjusted based on the literature data are an option for estimating the online emitters kinetic head coefficient in the function of obstruction index.

KEYWORDS: trickle irrigation, obstruction index, emitter connection loss.

INTRODUÇÃO

A perda de carga localizada pode representar até 33% da perda de carga total de linhas laterais de irrigação, sendo ocasionada pela inserção causada pelos emissores no interior da tubulação (Bagarello et al. 1997; Vilaça et al. 2017).

Um dos métodos adotados para estimar a perda de carga localizada é a equação geral de perda de carga (Eq. 1), estando essa equação em função do coeficiente de carga cinética (k), o qual é dependente das forças viscosas e da geometria do emissor (Bagarello et al., 1997).

$$hf_1 = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (1)$$

em que,

hf₁ - perda de carga localizada (m);

k - coeficiente de carga cinética;

V - velocidade de escoamento (m s^{-1}); e,
g - aceleração da gravidade ($9,81 \text{ m s}^{-2}$).

De acordo com Bagarello et al. (1997), para valores de número de Reynolds maiores que 10000, as forças viscosas começam a se tornar desprezíveis. Deste modo, o coeficiente de carga cinética (k), pode ser estimado a partir das características geométricas do tubo emissor.

Os mesmos autores propuseram ainda um modelo potencial que utiliza como variável o índice de obstrução (IO), obtido através das áreas da seção transversal do tubo, e a área da seção transversal da seção obstruída (Eq. 2).

$$k = a \cdot \text{IO}^b \quad (2)$$

em que,

k - coeficiente de carga cinética;

IO - índice de obstrução (Bagarello et al. 1997); e,

a e b - parâmetros de ajuste do modelo de Bagarello et al. (1997).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi ajustar os parâmetros do modelo de estimativa do coeficiente de carga cinética em função do índice de obstrução, para emissores on-line, a partir de um levantamento de dados da literatura.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento de dados a partir de revisão bibliográfica, onde identificaram-se trabalhos que descreviam as características geométricas e o coeficiente de carga cinética (k), de emissores online.

A partir das características geométricas observadas, foi calculado o índice de obstrução (IO) para cada emissor. Também foi realizado em conjunto, um levantamento dos parâmetros de ajuste do modelo de Bagarello et al. (1997), para estimativa do coeficiente de carga cinética em função de índice de obstrução.

A partir de todos os dados levantados, ajustaram-se os parâmetros a e b do modelo de Bagarello et al. (1997), através da minimização da soma do quadrado dos erros. O modelo com

os parâmetros propostos foi comparado com o modelo com os parâmetros encontrados em cada trabalho, considerando somente o grupo de dados daquele trabalho.

Além disto, utilizou-se uma abordagem de validação cruzada conhecida como “*leave-one-out*” descrita por Vezza et al. (2010). Segundo Vezza et al. (2010), este método de validação cruzada consiste na remoção temporária de um valor do conjunto de dados observado, que é estimado a partir do modelo gerado, e este procedimento é repetido para todos os valores observados.

Foram utilizados o coeficiente de correlação de Pearson (r), índice de confiança de Camargo (c) (Camargo & Sentelhas 1997), e soma do quadrado dos erros (SS). Considerou-se o ranqueamento do índice de confiança de Camargo e a proposta de Camargo & Sentelhas (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa bibliográfica resultou em três trabalhos na literatura, Bagarello et al. (1997), Alves & Porto (2002), Cardoso & Klar (2014), que correspondiam as características buscadas, totalizando 51 observações (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos dados observados na literatura

Variáveis*	Literatura			Total
	Bagarello et al. (1997)	Alves & Porto (2002)	Cardoso & Klar (2014)	
n	16	15	20	51
Dados observados k_{mín}	0,0800	0,1614	0,0533	0,0533
k_{máx}	0,5710	1,3305	0,8154	1,3305
IO_{mín}	0,0088	0,0542	0,0048	0,0048
IO_{máx}	0,1830	0,9455	0,4546	0,9455

Número de observações (n); Coeficiente de carga cinética (k); Índice de obstrução (IO); Valor mínimo ($mín$); e, Valor máximo ($máx$).

Dentre as literaturas, Bagarello et al. (1997) apresentaram a menor amplitude de dados, ao passo que Alves & Porto (2002) apresentaram a maior, mesmo considerando que possui o menor número de dados. Cardoso & Klar (2014) apresentaram os dados com menores valores, já Alves & Porto (2002), os maiores.

Nota-se que existe uma variedade muito grande de emissores, variando em forma e tamanho, o que sugere a necessidade de estudos experimentais para a estimativa do coeficiente de carga cinética (Bagarello et al., 1997).

Quando se realizou a união destes três grupos de dados, foram gerados os parâmetros do modelo de estimativa do coeficiente de carga cinética com domínio maior. Os parâmetros de ajuste, a e b , obtidos através do ajuste do modelo foram 1,25 e 0,55 (Figura 1).

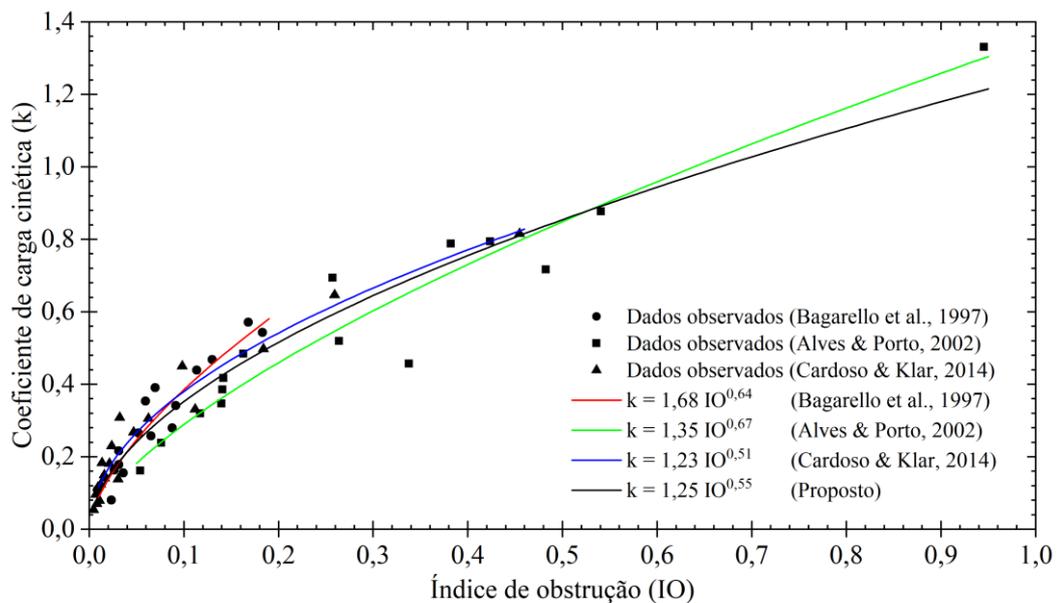


Figura 01. Coeficiente de carga cinética (k) em função do índice de obstrução (IO).

Considerando os grupos de dados separadamente e seus parâmetros, os modelos existentes na literatura apresentaram ajuste melhor em comparação aos parâmetros propostos (Tabela 2). No entanto, as diferenças entre os coeficientes de correlação de Pearson não foram maiores que 0,002, sendo todos os valores acima de 0,95. Com relação ao índice de confiança e desempenho de Camargo, todos os modelos apresentaram resultados acima de 0,9, obtendo a classificação máxima, considerados de desempenho ótimo (Tabela 2).

Quando se considerou todo o grupo de dados, o modelo com os parâmetros propostos foi submetido a validação cruzada, obtendo um coeficiente de correlação de Pearson superior a 0,95, e um índice de confiança e desempenho de Camargo superior a 0,93, obtendo uma classificação de desempenho ótimo (Tabela 2).

Tabela 2. Estatísticas dos modelos de estimativa do coeficiente de carga cinética.

Variáveis*	Literatura			Total	
	Bagarello et al. (1997)	Alves & Porto (2002)	Cardoso & Klar (2014)		
Modelo da literatura	r	0,9522	0,9626	0,9782	--
	c	0,9279	0,9443	0,9671	--
	SS	0,0322	0,0945	0,0343	--
Modelo proposto	r	0,9516	0,9610	0,9771	0,9591 ^{VC}
	c	0,9054	0,9331	0,9625	0,9387 ^{VC}
	SS	0,0514	0,1275	0,0456	0,2671 ^{VC}

Coeficiente de correlação de Pearson (r); Índice de confiança de Camargo (c); Soma de quadrados dos erros (SS); e, Resultados da validação cruzada (VC).

Analisando os grupos de dados separadamente, os modelos existentes na literatura subestimam o coeficiente de carga cinética entre 1,5% a 2,5%. O modelo com os parâmetros propostos também subestima o coeficiente de carga cinética, em aproximadamente 3,1% (Figura 2).

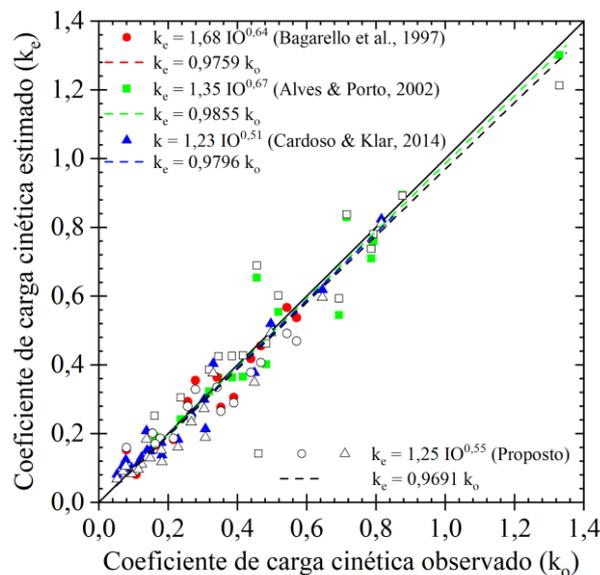


Figura 02. Coeficiente de carga cinética estimado em função do observado.

Porém, deve ser ressaltado que a proposição dos parâmetros leva em consideração o aumento do domínio da equação. Possivelmente os resultados sejam piores devido ao aumento do domínio da equação. Para que a modelagem do coeficiente de carga cinética represente melhor a população de emissores, são necessários mais estudos. Uma das possibilidades é a inserção de diferentes características geométricas e físicas do emissor.

CONCLUSÃO

Os parâmetros ajustados com base nos dados de literatura são uma opção para a estimativa do coeficiente de carga cinética de emissores online em função do índice de obstrução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, 22(1), 43-50. 2002.

BAGARELLO, V.; FERRO, V.; PROVENZANO, G.; PUMO, D. Evaluating Pressure Losses in Drip-Irrigation Lines. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, 123(1), 1–7. 1997.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Performance evaluation of different potential evapotranspiration estimating methods in the State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. 1997.

CARDOSO, G. G. G.; KLAR, A. E. Índice Geométrico e Perda De Carga Localizada Em Conexões De Emissores ‘Online.’ **Engenharia Agrícola**, 34(6), 1114–1127. 2014.

VEZZA, P.; COMOGLIO, C.; ROSSO, M.; VIGLIONE, A. Low Flows Regionalization in North-Western Italy. **Water Resources Management**, 24(14), 4049–4074. 2010.

VILAÇA, F. N.; CAMARGO, A. P.;FRIZZONE, J. A.; MATEOS, L.; KOECH, R. Minor losses in start connectors of microirrigation laterals. **Irrigation Science**, Springer Berlin Heidelberg, 35(3), 227–240. 2017.