

COMPARAÇÃO ENTRE METODOLOGIAS PARA DIMENSIONAMENTO DE LINHAS LATERAIS PAREADAS DE GOTEJAMENTO EM DESNÍVEL

ÍCARO MONTEIRO GALVÃO¹; JOÃO DE JESUS GUIMARÃES²; ALBERTO MARIO ARROYO AVILEZ³ E JOÃO CARLOS CURY SAAD⁴

¹ Departamento de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, São Judas, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. e-mail: icaro.monteiro@usp.br

² Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, FCA/UNESP, Av. Universitária 3780, Altos do Paraíso, CEP 18610-034, Botucatu, SP, Brasil. e-mail: joao.jesus@unesp.br

³ Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, FCA/UNESP, Av. Universitária 3780, Altos do Paraíso, CEP 18610-034, Botucatu, SP, Brasil. e-mail: betomario1494@gmail.com

⁴ Prof. Titular, Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia, FCA/UNESP, Av. Universitária 3780, Altos do Paraíso, CEP 18610-034, Botucatu, SP, Brasil. e-mail: joao.saad@unesp.br

1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar diferentes metodologias para a determinação dos trechos em aclave e em declive de linhas laterais pareadas em terreno com desnível uniforme, para um sistema de irrigação por gotejamento. Para tal utilizou-se as metodologias propostas por Keller e Bliesner (1990), Jiang e Kang (2010) e Monserrat; Barragan e Cots (2018). Calculou-se o comprimento das linhas em aclave e declive, o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e as variações de vazão e de pressão para ambas as condições topográficas. A metodologia de Keller e Bliesner (1990) foi a que melhor dimensionou as linhas pareadas, com menor diferença de desempenho entre os trechos em aclave e declive, em termos de CUD e de variação de vazão e de pressão, além de permanecer dentro do limite máximo de variação de vazão de 10%. O segundo melhor desempenho foi obtido pelo método de Monserrat; Barragan e Cots (2018). O procedimento de Jiang e Kang (2010) foi o menos adequado, tendo gerado no trecho em aclave variação de vazão de 10,9%.

Palavras-chave: gotejamento, linha lateral, comprimento, declividade.

**GALVÃO, I. M.; GUIMARÃES, J. J.; AVILEZ, A. M. A.; SAAD, J. C. C.
METHODOLOGIES COMPARISON FOR DESIGN OF PAIRED DRIP LATERALS
ON UNIFORMLY SLOPING FIELDS**

2 ABSTRACT

This work aimed to compare different methodologies for designing paired laterals of drip irrigation systems on uniformly sloping fields. For this purpose, the methodologies proposed by Keller e Bliesner (1990), Jiang e Kang (2010), and Monserrat; Barragan e Cots (2018) were evaluated. The length of uphill and downhill lateral lines, distribution uniformity (DU), flow, and pressure variations were calculated for both topographic conditions. The Keller e Bliesner (1990) methodology generated the best design for paired laterals, with the lowest DU difference between the uphill and downhill sections; also, the flow variation remained under the 10% limit.

The second-best performance was obtained by the method of Monserrat; Barragan e Cots (2018). Jiang e Kang (2010)'s procedure was the least adequate, generating a 10.9% flow variation in the uphill section.

Keywords: drip irrigation, hydraulic, uniformity.

3 INTRODUÇÃO

O dimensionamento de linhas laterais pareadas em sistemas de irrigação localizada ou de aspersão convencional em terrenos com declividade uniforme consiste em definir o comprimento dos trechos em aclave e em declive, tendo o mesmo diâmetro e aproximadamente a mesma variação de vazão. Denomina-se de linhas pareadas quando duas tubulações (linhas laterais) se estendem em direção opostas de uma linha de derivação, o que é muito comum quando se utiliza o mesmo diâmetro em ambas.

A definição das dimensões dos trechos em aclave e em declive depende do gradiente do desnível, do comprimento da parcela irrigada e do diâmetro da tubulação. Para determinar a melhor posição da linha de derivação em terreno inclinado foram desenvolvidas diversas metodologias ao longo dos anos (KELLER; BLIESNER, 1990; JIANG; KANG, 2010; BAIAMONTE; PROVENZANO; RALLO, 2014; BAIAMONTE, 2016; MONSERRAT; BARRAGAN; COTS, 2018).

Diante da diversidade de métodos de cálculo disponíveis, o presente estudo teve

como objetivo comparar as diferentes metodologias para a determinação da melhor posição de linhas laterais pareadas em condição de terreno com desnível uniforme, para um sistema de irrigação por gotejamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve como base as metodologias propostas por Keller e Bliesner (1990), Jiang e Kang (2010) e Monserrat, Barragan e Cots (2018), representadas pelas as equações 1, 2 e 3, respectivamente. Para avaliar estes procedimentos, utilizou-se um estudo de caso envolvendo um sistema de irrigação por gotejamento em área com declividade de 2%, linhas de polietileno com diâmetro interno de 16,6 mm, gotejador não compensado com vazão de 2 L h⁻¹ na carga de pressão de 10 mca e espaçamento entre emissores de 0,2 metros. O comprimento total das linhas laterais pareadas adotado neste trabalho foi de 140m, ou seja, trecho em aclave mais trecho em declive.

$$\frac{S_0 * L_T}{hf_L} * \left[1 - \left(\frac{F_a * S_0 * L_T}{hf_L} \right)^{0,57} \right] + \left(\frac{F_a * S_0 * L_T}{hf_L} \right)^{1,57} = Y^{2,75} - (1 - Y)^{2,75} \quad (1)$$

Em que:

Y – fração do comprimento total correspondente ao trecho em declive;

S₀ – gradiente de declive (m/m);

L_T – comprimento total = trecho em aclave + trecho em declive, em m;

hf_L – perda de carga da tubulação com múltiplas saídas (mca) de comprimento L_T, com vazão de entrada equivalente à soma dos trechos em aclave e em declive;

F_a – coeficiente de Scaloppi (adimensional).

$$L_2 = \left[(L - L_2)^{1,75} - \frac{1}{A} * (F * I * L) \right]^{\frac{1}{2,75}} \quad (2)$$

Em que:

L_2 – comprimento correspondente ao trecho em declive (m);

L – comprimento total (m);

A e F – coeficientes para serem calculados;

I – declividade da área (m/m).

$$L_{\max} = \left[\frac{2,75 * \Delta h * D^{4,75} * S_e^{1,75}}{C_d^{1,75} * \left(1 + \frac{L_e}{S_e}\right)} \right]^{\frac{1}{2,75}} \quad (3)$$

Em que:

L_{\max} – comprimento máximo da linha lateral em nível (m);

Δh – variação da carga de pressão (mca);

D – diâmetro interno da linha lateral (mm);

S_e – espaçamento do emissor (m);

C_d – coeficiente de descarga do emissor;

L_e – comprimento equivalente as perdas na inserção do emissor.

Como indicadores de desempenho, utilizou-se o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) proposto por Keller e Karmeli (1974), bem como as variações de vazão e de pressão ao longo das linhas laterais, calculadas pelas equações 4, 5 e 6, respectivamente.

$$CUD = 100 * \frac{q_{25\%}}{q_m} \quad (4)$$

Em que:

CUD – Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (%);

$q_{25\%}$ – Média dos 25% menores valores coletados ($L h^{-1}$);

q_m – valor médio de todas as vazões coletadas ($L h^{-1}$).

$$\Delta q = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_{\max}} \quad (5)$$

Em que:

Δq – variação de vazão (%);

q_{\max} – vazão máxima do emissor na linha lateral (m^3/s);

q_{\min} – vazão mínima do emissor na linha lateral (m^3/s).

$$\Delta H = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{H_{\max}} \quad (6)$$

Em que:

ΔH – variação de vazão (%);

H_{\max} – pressão máxima do emissor na linha lateral (mca);

H_{\min} – pressão mínima do emissor na linha lateral (mca).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Linhas laterais pareadas adequadamente dimensionadas são aquelas que apresentam CUD e variação de vazão (ou de pressão) semelhantes entre os trechos em aclave e em declive. A metodologia de Keller e Bliesner (1990) apresentou o melhor ajuste, com 52m de comprimento do trecho em aclave e 88m no trecho em declive, com variação de vazão de 7,8% e de 8,5%, respectivamente, e CUD de 97,3% e 98% (Tabela 1).

Tabela 1. Comprimento, coeficientes de uniformidade e variações de vazão e pressão ao longo das linhas laterais (LL) emparelhadas em terreno com desnível uniforme.

Condição	Parâmetro	Keller e Bliesner (1990)	Jiang e Kang (2010)	Montserrat; Barragan e Cots (2018)
Aclive	Comprimento (m)	52	62	56,5
	CUD (%)	97,3	96,2	96,8
	q _{máx} (m ³ /s)	2,00	2,00	2,00
	q _{mín} (m ³ /s)	1,84	1,78	1,82
	Δq (%)	7,8	10,9	9,1
	H _{máx} (mca)	10	10	10
	H _{mín} (mca)	8,17	7,49	7,88
	ΔH (%)	18,3	25,1	21,2
Declive	Comprimento (m)	88	78	83,5
	CUD (%)	98,0	98,8	98,4
	q _{máx} (m ³ /s)	2,00	2,00	2,00
	q _{mín} (m ³ /s)	1,83	1,895	1,86
	Δq (%)	8,5	5,3	7,0
	H _{máx} (mca)	10	10	10
	H _{mín} (mca)	8,01	8,74	8,36
	ΔH (%)	19,9	12,6	16,4

O segundo melhor desempenho foi obtido com o procedimento indicado por Monserrat, Barragan e Cots (2018), com 56,5m de comprimento do trecho em aclive e 83,5m no trecho em declive, com variação de vazão de 9,1% e de 7%, respectivamente, e CUD de 96,8% e 98,4%.

O desempenho menos favorável foi gerado pela metodologia de Jiang e Kang (2010), com 62m de comprimento do trecho em aclive e 78m no trecho em declive, com variação de vazão de 10,9% e de 12,6%, respectivamente, e CUD de 96,2% e 98,4%.

Uma vez que a carga de pressão de entrada é a mesma para os trechos das linhas laterais pareadas (10mca), outro indicador da adequada partição entre os comprimentos dos trechos em aclive e em declive de linhas pareadas é que a carga de pressão mínima seja semelhante nos dois segmentos. Os perfis de pressão ao longo das linhas laterais em aclive e declive para as diferentes metodologias são apresentadas nas Figuras 1, 2 e 3.

Figura 1. Perfil de pressão ao longo das linhas laterais em aclave e declive para o método de Keller e Bliesner (1990).

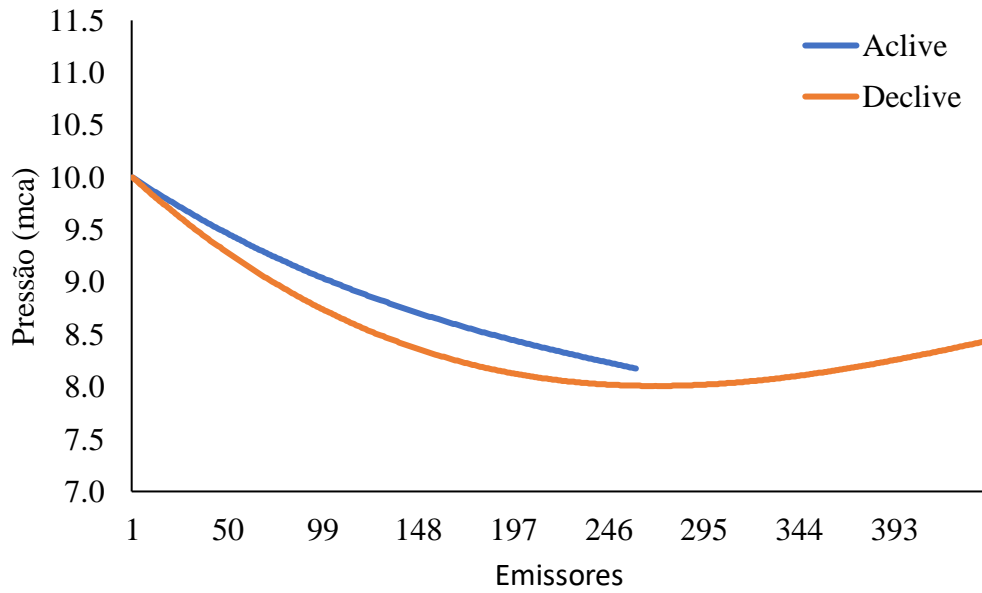


Figura 2. Perfil da pressão ao longo das linhas laterais em aclave e declive para o método de Jiang e Kang (2010).

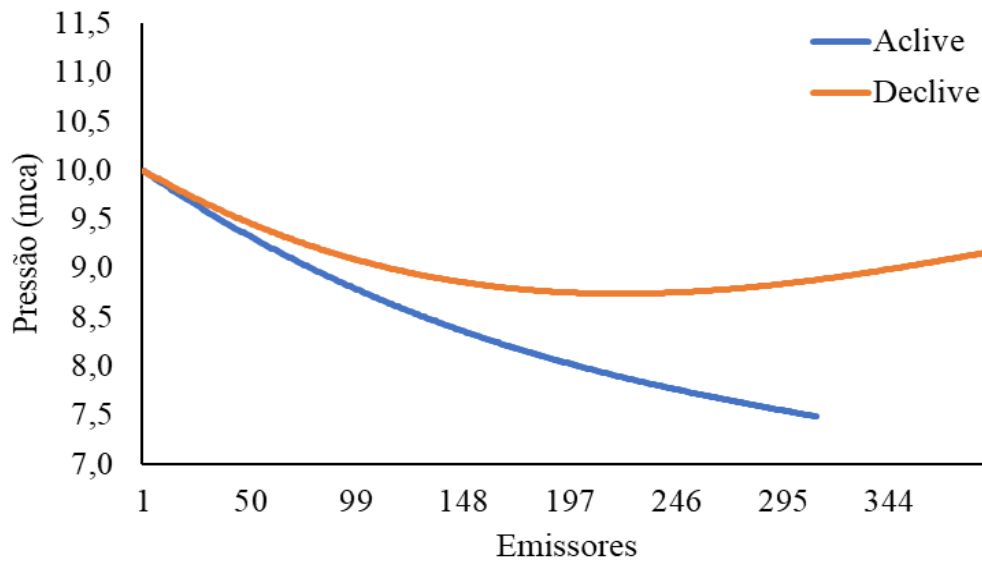
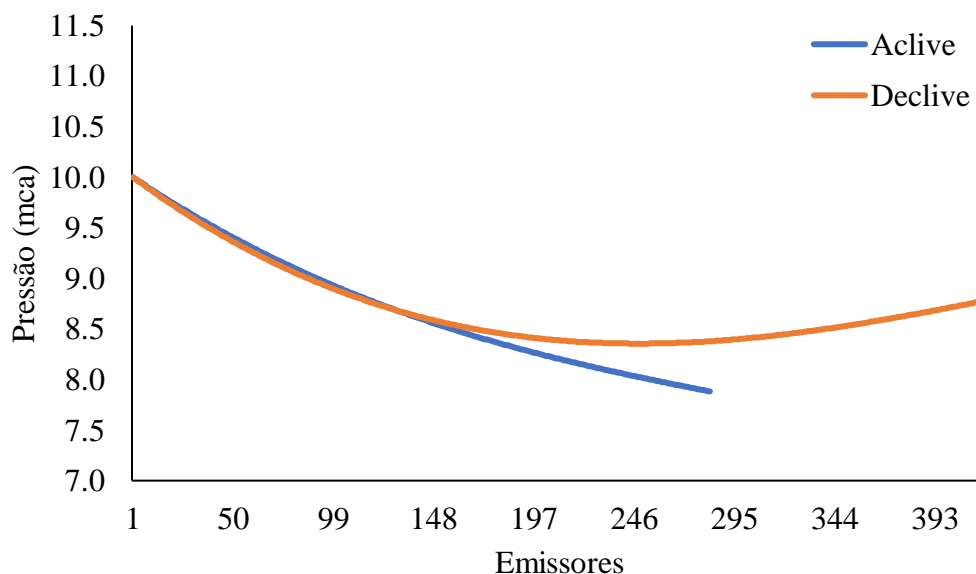


Figura 3. Perfil da pressão ao longo das linhas laterais em aclave e declive para o método de Monserrat, Barragan e Cots (2018).



A metodologia de Keller e Bliesner (1990) gerou H_{min} de 8,17mca e de 8,01mca nos trechos em aclave e em declive, respectivamente, tendo a menor diferença (0,16mca) dentre os procedimentos avaliados (Figura 1). A diferença entre H_{min} em aclave e em declive para o método de Monserrat, Barragan e Cots (2018) foi de 0,48mca (Figura 2) e para o de Jiang e Kang (2010) foi de 1,25mca (Figura 3).

As linhas laterais em aclave e em declive deveriam ter uma variação de vazão menor que 10%, pois este é um critério de dimensionamento muito utilizado. O procedimento de Jiang e Kang (2010) ultrapassou este limite de 10% no trecho em aclave, resultando em Δq de 10,9%.

6 CONCLUSÕES

A metodologia de Keller e Bliesner (1990) foi a que melhor dimensionou as linhas pareadas, com menor diferença de desempenho entre os trechos em aclave e declive, em termos de CUD e de variação de vazão e de pressão, além de permanecer dentro do limite máximo de variação de vazão de 10%. O segundo melhor desempenho foi obtido pelo método de Monserrat, Barragan e Cots (2018). O procedimento de Jiang e Kang (2010) foi o menos adequado, tendo gerado no trecho em aclave variação de vazão de 10,9%.

7 REFERÊNCIAS

BAIAMONTE, G. Simple relationships for the optimal design of paired drip laterals on uniform slopes. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Reston, v. 142, n. 2, p. 04015054, 2016.

BAIAMONTE, G.; PROVENZANO, G.; RALLO, G. Analytical approach determining the optimal length of paired drip laterals in uniformly sloped fields. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Reston, v. 141, n. 1, p. 04014042, 2014.

JIANG, S.; KANG, Y. Simple Method for the Design of Microirrigation Paired Laterals on Sloped Fields. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Reston, v. 136, n. 4, p. 271-275, 2010.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: The Blackburn Press, 1990.

KELLER, J. D.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASDE**, Michigan, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.

MONSERRAT, J.; BARRAGAN, J.; COTS, L. Design of Paired Laterals on Uniformly Sloping Fields. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, Reston, v. 144, n. 6, p. 04018008, 2018.