

## **AVALIAÇÃO DE MÉTODOS PARA O DIMENSIONAMENTO DE LINHAS DE DERIVAÇÃO EM IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO**

Allan Cunha Barros<sup>1</sup>, Ricardo Barros Silva<sup>2</sup>, Antenor de Oliveira Aguiar Neto<sup>3</sup>, Antônio Lucrécio dos Santos Neto<sup>4</sup>

**RESUMO:** O uso do método de dimensionamento por trecho-a-trecho pode possibilitar o aumento do uso de diâmetros nas linhas de derivação em irrigação por gotejamento, no entanto, não existe critério para seu uso. O objetivo do trabalho foi testar metodologias para o dimensionamento das linhas de derivação em sistemas de irrigação por gotejamento. Os tratamentos foram: T1 – método tradicional; T2 – método tradicional metodologia e método de Denículli; T3- método por trecho-a-trecho com a velocidade como critério. Utilizaram-se dois tipos de vazão de emissores, dois comprimentos de lateral e a derivação tinha comprimento de 100 m. Avaliaram-se os resultados através de análise hidráulica e econômica. Foi possível dimensionar as derivações pelo método da velocidade, no entanto, para todos os casos, apenas a velocidade abaixo de  $1,5 \text{ m s}^{-1}$  não ultrapassou a variação de pressão máxima permitida. Os T2 e T3 proporcionaram menor custo efetivo total, em comparação ao T1. Por fim, recomenda-se o uso do método tradicional mais o método de Denículli para o dimensionamento de linhas de derivação em sistemas de irrigação por gotejamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** método de Denículli, dimensionamento trecho-a-trecho, irrigação localizada

## **EVALUATION OF METHODS FOR DIMENSIONING DERIVATION LINES IN DRIP IRRIGATION**

**ABSTRACT:** The use of the step-by-step dimensioning method can increase the use of diameters in the drip lines in drip irrigation, however, there is no criterion for their use. The

<sup>1</sup> Prof. Doutor, Universidade Federal de Alagoas, Av. Manoel Severino Barbosa - Bom Sucesso, Arapiraca - AL, 57309-005. Fone (82) 996101005. e-mail: allan.cunha@arapiraca.ufal.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Mestre, UFAL, Arapiraca, AL.

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Agronomia, UFS, São Cristóvão, SE.

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Agronomia, UFAL, Arapiraca, AL.

objective of this work was to test methodologies for the sizing of bypass lines in drip irrigation systems. The treatments were: T1 - tradicional; T2 - Traditional methodology and method of Denículli; T3- method by stretch-by-step with the speed as criterion. Two types of emitter flow were used, two lateral lengths and the derivation had length of 100m. The results were evaluated through hydraulic and economic analysis. It was possible to size the derivations by the velocity method, however, for all cases, only the velocity below  $1.5 \text{ m s}^{-1}$  did not exceed the maximum pressure variation allowed. T2 and T3 provided lower total effective cost compared to T1. Finally, it is recommended the use of the traditional method plus the Denículli method for the sizing of bypass lines in drip irrigation systems.

**KEYWORDS:** Denículli method, step-by-step method, trickle irrigation

## INTRODUÇÃO

As linhas de derivação em sistemas localizados podem ter diâmetros variados, o que comercialmente pode ser interessante pela variação de preço que os tubos possuem. Saad & Mariño (2002) afirmam que a utilização de diferentes diâmetros na linha de derivação melhora a uniformidade do sistema, independente da irregularidade do terreno. Através do uso de ferramentas computacionais simples é possível realizar o dimensionamento das tubulações pelo método do trecho-a-trecho em substituição ao método tradicional. Dessa forma, é possível ter um maior número de diâmetros dimensionados na linha de derivação.

No entanto, quando se utiliza o método por trecho-a-trecho não é possível determinar qual seria o fator que deve ser considerado para que haja a substituição de um tubo, por maior ou menor diâmetro. Barros et al. (2018) adotam a velocidade de  $1,5 \text{ m s}^{-1}$  como critério para dimensionamento de linhas laterais e derivação em sistemas de irrigação por aspersão.

Denículli et al. (1992) propôs uma equação para o dimensionamento de tubulações com múltiplas saídas, no entanto, a equação se limita a uso para dois diâmetros.

Assim, o objetivo do trabalho foi testar metodologias para o dimensionamento das linhas de derivação em sistemas de irrigação por gotejamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus Arapiraca, região Agreste de Alagoas, Brasil.

Utilizaram-se mangueiras gotejadoras da Amanco e Irritec, cujos coeficientes “k” correspondem a 0,508 e 0,68, respectivamente, e o valor de “x” de 0,5007 e 0,52. De posse desses dados foram dimensionadas a vazão média e mínima da lateral (Frizzone, et al. 2000) e a variação de pressão máxima no bloco.

Adotaram-se dois comprimentos de lateral, um de 50 m e outro o comprimento máximo da mangueira (75% do  $\Delta H$ ). O espaçamento entre emissores foi de 0,20 m e entre linhas de 6 metros, as mangueiras estavam em nível.

Os tratamentos foram baseados em três métodos de dimensionamento: o dimensionamento pelo método tradicional (T1), Método tradicional mais Denículi et al. (1992) (T2); e Método trecho-a-trecho (T3). No T3, o diâmetro comercial mínimo foi de 35 mm, havia substituição do diâmetro comercial, por um imediatamente acima, sempre que a velocidade atingia um valor limite. O procedimento era feito até o dimensionamento total da derivação. Testaram-se as velocidades limites de 1,3; 1,5; 1,7; 1,9, 2,1 e 2,3 m s<sup>-1</sup> individualmente.

Considerou-se uma área com comprimento de derivação de 100 m. Adotou-se que as laterais eram inseridas na derivação por apenas um lado da derivação.

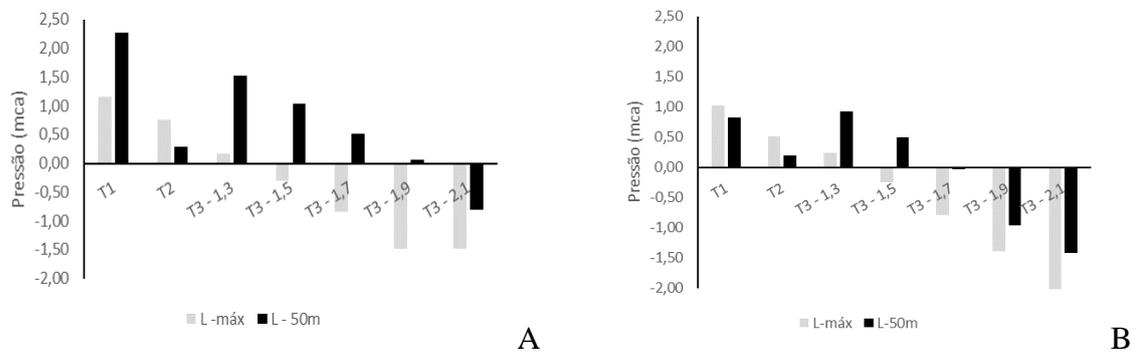
Para avaliar o efeito das metodologias foram feitas análises hidráulicas e econômicas. A análise econômica foi feita em função do custo de aquisição das tubulações, do custo fixo e custo efetivo total. Os valores das tubulações foram obtidos no comércio local. O custo da energia elétrica foi equivalente a R\$ 0,39 (KW h<sup>-1</sup>) – CEAL, 2019; rendimento de bomba de 65%; taxa de juros de 6% ao ano; vida útil do sistema de 10 anos; tempo de operação anual de 10 anos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1 (A e B) representam a sobra de pressão ocasionada pela diferença de pressão máxima permitida na derivação e a perda de carga calculada pelos métodos ( $\Delta H - h_f$  linha lateral) para os dois tipos de emissores. Tratamentos com sobra de pressão (+) ou pressão igual a zero representa que o diâmetro escolhido foi igual ou superior ao diâmetro

teórico. Assim, é possível destacar que para os tratamentos T1, T2 e T3, para a velocidade de  $1,3 \text{ m s}^{-1}$ , sempre obtiveram dimensionamentos que atendiam ao critério, para ambos os tipos de emissores e comprimento de linhas laterais.

A adoção da velocidade como critério de dimensionamento mostrou-se possível, em todos os casos, para valores abaixo de  $1,5 \text{ m s}^{-1}$ . Apesar disso, em alguns momentos até a velocidade de  $1,9 \text{ m s}^{-1}$  (T3 – 1,9) mostrou-se apta ao dimensionamento, no entanto, não é possível adotar a velocidade como critério único para o dimensionamento das derivações. Barros et al. (2018) recomendam a velocidade de  $1,5 \text{ m s}^{-1}$  para o dimensionamento de linhas laterais e derivação em sistemas de irrigação por aspersão convencional, fato este notado no estudo.



**Figura 1.** Disponibilidade de pressão em função dos diferentes métodos de dimensionamento da linha lateral para os dois tipos de emissores (A – Amanco; B – Irrítec).

Considerando que quanto maior a sobra de pressão ( $\Delta H_{\text{max}} - h_f$  derivação) menor seria a eficiência do dimensionamento, envolvendo apenas o T1, T2 e T3 ( $1,3 \text{ m s}^{-1}$ ), o tratamento T2 possui melhor eficiência quando o comprimento da lateral for de 50 m, quando o comprimento for o máximo, o T3 ( $1,3 \text{ m s}^{-1}$ ) mostrou-se mais eficiente.

Quando é analisado o custo variável (CV), avaliando o comprimento máximo da lateral, os menores valores são do T1, este tem relação direta com a perda de carga e devido ao uso de tubulações com diâmetros superiores em todo o comprimento da derivação, ocorre sobre de pressão como visto nos gráficos anteriores (Tabela 1). No entanto, para L – 50 m, e mangueira de gotejamento de maior vazão, a derivação do T1 obteve maior CV.

**Tabela 1.** Análise econômica de método de dimensionamento de linhas de derivação.

Preço Aquisição Das Tubulações			Preço CV Devido o hf	Preço CET	
Amanco	T1	L máx	R\$ 1.416,67	R\$ 47,68	R\$ 1.464,35
		L 50	R\$ 1.433,33	R\$ 66,66	R\$ 1.499,99
	T2	L máx	R\$ 961,55	R\$ 73,38	R\$ 1.034,93
		L 50	R\$ 605,20	R\$ 175,84	R\$ 781,04
	T3	L máx	R\$ 887,50	R\$ 88,65	R\$ 976,15
		L 50	R\$ 639,83	R\$ 82,18	R\$ 722,01
Irritec	T1	L máx	R\$ 1.466,67	R\$ 64,49	R\$ 1.531,16
		L 50	R\$ 1.483,33	R\$ 167,80	R\$ 1.651,14
	T2	L máx	R\$ 998,03	R\$ 107,88	R\$ 1.105,91
		L 50	R\$ 680,97	R\$ 94,06	R\$ 775,03
	T3	L máx	R\$ 945,50	R\$ 88,12	R\$ 1.033,62
		L 50	R\$ 851,50	R\$ 80,06	R\$ 931,56

É difícil encontrar um padrão de aumento e redução do CV nos dados analisados, já que estes têm relação com o diâmetro da tubulação que foi adotada, custo de aquisição, perda de carga proporcionada e conseqüentemente consumo energético. Em alguns casos, a adoção do comprimento máximo da lateral proporciona os maiores valores de CV, em relação ao comprimento de 50 m da lateral, em outros o menor.

No entanto, quando se analisa o custo efetivo total (CET), fica claro que a adoção das metodologias T2 e T3 sempre favorecem à redução do CET em comparação ao modelo padrão, T1. Essa redução é em média 30,74 % e 49,01% para o comprimento máximo e L – 50 m, respectivamente. Mangueiras com gotejadores da Amanco e Irritec o uso do T3 – 1,3 m/s promoveram os menores valores de CET, com exceção da mangueira da Irritec com L – 50 m. Jiménez-Bello et al. (2015) destacam que a utilização de tubulações de maior diâmetro tende a elevar o custo de implantação do sistema de irrigação, porém, adotando estas tubulações há uma menor perda de carga, reduzindo o custo operacional, devido a economia de energia elétrica. Assim, apesar do método tradicional (T1) acarretar maior custo de aquisição de tubulações por utilizar diâmetros maiores, este também gera uma maior economia quando a custos operacionais.

Métodos com diferentes diâmetros de tubulações (T2 e T3) tendem a gerar economia na instalação do sistema, porém, gastos maiores na sua operação, devido à maior perda de carga gerada. Tais informações corroboram com Geisenhoff et al. (2018), onde estes afirmam que o custo de implantação e operação tendem a ser antagônicos, ou seja, quando um aumenta o outro diminui.

Assim, compreende-se que o uso de equações alternativas ao modelo padrão, T1, podem ser utilizadas proporcionando menor custo para o irrigante, no entanto, devido ao grande

número de diâmetros utilizados no tratamento T3, cuja diferença econômica não tenha sido tão expressiva em relação ao T2 e acreditando que este maior número possa dificultar o processo de instalação. Recomenda-se o uso de T2, método intermediário entre T1 e T3, para o dimensionamento das linhas de derivação em sistemas de irrigação por gotejamento.

## CONCLUSÕES

É possível dimensionar as linhas de derivação através do método da velocidade com velocidade limite de  $1,3 \text{ m s}^{-1}$ .

Recomenda-se o uso do método tradicional mais o método de Denículli et al. (1992) para o dimensionamento de linhas de derivação em sistemas de irrigação por gotejamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, A. C. Projetos de Irrigação por Aspersão. Arapiraca: 2018. v. 1. 146p.
- DENÍCULI, W.; RAMOS, M. M.; LOUREIRO, B. T. Dimensionamento de tubulações dotadas de múltiplas saídas, utilizando o conceito de condutos equivalentes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 39, n. 225, p. 414-427, 1992
- FRIZZONE, J. A.; SILVEIRA, S. F. R. Avaliação e custos de projetos de irrigação. In: Iº SEMINÁRIO ENERGIA NA AGRICULTURA - CEMIG, 2000, Uberaba. Anais... s.n. v.1, p.1-87
- GEISENHOFF, L. O.; FLORES, D. M.; GOMES FILHO, R. R.; SANTOS, R. C.; JORDAN, R. A.; OLIVEIRA, L. C. Irrigar – aplicativo computacional para o dimensionamento econômico de sistemas de irrigação por aspersão convencional. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.12, p. 2761 – 2775, 2018.
- JIMÉNEZ-BELLO, M. A.; ROYUELA, A.; MANZANO, J.; GARCÍA-PRATS, A.; MARTÍNEZ-ALZAMORA, F. Methodology to improve water and energy use by proper irrigation scheduling in pressurised networks. **Agricultural Water Management**, v.149, p. 91-101, 2015.

SAAD, J. C. C.; MARIÑO, M. A. Optimum design of microirrigation systems in sloping lands. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.128, n.2, p. 116-124, 2002.