



II Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Simpósio Brasileiro sobre o uso
Múltiplo da Água
10 a 13 de junho de 2008
Fortaleza - CE

**CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA
DE DIFERENTES EMISSORES
AUTOCOMPENSANTES E CONVENCIONAIS**

**Marconi Batista Teixeira¹; Rubens Duarte Coelho²; Lilian Cristina Castro de Carvalho³; Ralini
Ferreira de Melo⁴**

¹ Prof. Dr. Hidráulica, Universidade Estadual de Goiás – Unidade Ipameri, Rodovia GO 330 km 241 – Anel Viário, CEP 75780-000, Ipameri, GO, Fone: (64) 3491-1556, e-mail: marconi@esalq.usp.br

² Prof. Dr. Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP

³ Doutoranda, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP

⁴ Doutora em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP.

RESUMO: Avaliaram-se as características hidráulicas de 25 modelos de gotejadores, sendo 14 emissores autocompensantes e 11 emissores convencionais. Foram analisadas as variáveis: vazão média, coeficiente de variação de fabricação e uniformidade de distribuição de água. Todos os emissores foram avaliados à pressão constante de 150 kPa. O experimento foi realizado em uma bancada de ensaios instalada no Laboratório de Irrigação do Departamento de Engenharia Rural - ESALQ – USP. As vazões dos emissores foram determinadas coletando-se os volumes de água, durante 10 min, sendo avaliados 10 emissores por linha. Foi realizada apenas a análise estatística descritiva, com avaliação da vazão média e o coeficiente de variação de fabricação dos tubos gotejadores novos. De acordo com a norma da ABNT tanto os emissores autocompensantes, como os emissores convencionais foram classificados como bons.

Palavras-chave: irrigação localizada, coeficiente de variação, uniformidade de distribuição de água.

HYDRAULIC CHARACTERIZATION OF DIFFERENT EMITTERS COMPENSATING AND NON-COMPENSATING

SUMMARY: The hydraulics characteristics of 25 emitter models were evaluated, 14 compensating and 11 non-compensating emitters. All drip lines were new. The variables discharge rate, coefficient of manufacturing variation and uniformity of distribution were studied. All lines were tested at 150 kPa. The experiment was performed at University of São Paulo's Irrigation Laboratory. The emitters' discharge rates were computed after volumes of water were collected for each emitter every 10 minutes. It was just accomplished the descriptive statistical analysis. In agreement with the Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) the compensating emitters, as well as the non-compensating emitters were classified as good.

Keywords: trickle irrigation, coefficient of variation, discharge uniformity.

INTRODUÇÃO

Para se reduzir o investimento de capital na aquisição do sistema de irrigação por gotejamento, estão sendo comercializados tubos gotejadores confeccionados com polietileno flexível e parede de pequena espessura. Em decorrência do tipo de material utilizado, do diâmetro do tubo, da espessura da parede e da geometria do emissor, torna-se importante analisar as características hidráulicas dos tubogotejadores, visando fornecer elementos para o projeto e para a operação do sistema de irrigação (FRIZZONE et al., 1998).

Para KELLER & KARMELI (1974) os gotejadores são os elementos de maior importância nas instalações de sistema de irrigação localizada e também os que possibilitam a distribuição de um fluxo de água com vazão e frequência constantes. Dois gotejadores retirados do mesmo lote, testados à pressão e temperatura constantes, poderão possuir diferentes vazões. Essas diferenças dependem do modelo, do projeto, dos materiais utilizados em sua construção e do controle de qualidade com o qual é fabricado (COSTA, 2000). MORAES (1984) salienta que é praticamente impossível fabricar duas unidades exatamente iguais. Alguma variação sempre existirá entre objetos supostamente “idênticos”.

SOLOMON (1979) estudando as variações da fabricação de vários emissores tipo orifício, classificou e atribuiu uma interpretação física ao coeficiente de variação de fabricação (CVf) relacionando o desvio-padrão da vazão dos emissores com a vazão média da amostra submetida a testes com pressão constante. Segundo o autor, o CVf é um importante parâmetro que influencia a uniformidade de emissão de água e a eficiência de aplicação de água pelo sistema.

Existem diferentes classificações de emissores quanto à uniformidade de vazão, das quais podem ser citadas as de SOLOMON (1979) que considera excelente o CVf de até 3%, e a da ABNT (1986) que classifica, como bons, aqueles com CVf até 10%.

Segundo ASAE (1994), O coeficiente de variação de fabricação do gotejador (CVf) é um termo usado para descrever essa variação antecipada na vazão de uma amostra de gotejadores novos, quando operados numa pressão aproximadamente igual à

pressão de serviço recomendada pelo fabricante. Deste modo, objetivou-se avaliar o coeficiente de variação de fabricação de diferentes modelos de emissores autocompensantes e convencionais comercializados no país.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Irrigação do Departamento de Engenharia Rural, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, situada no município de Piracicaba-SP.

A bancada de ensaios utilizada para estes ensaios, foi construída em estrutura metálica, sendo composta por três andares, com 11,0 m de comprimento por 4,0 m de largura e 5,80 m de altura, sendo cada andar da bancada independente dos demais e dividido em duas partes, permitindo a realização de seis ensaios simultâneos quando utilizada toda a estrutura da bancada.

A Tabela 1 apresenta os dados dos emissores que foram utilizados no experimento, com o nome de seus respectivos fabricantes, suas características técnicas e a vazão mais comercializada no mercado nacional.

O ensaio foi realizado coletando água de 40 gotejadores durante 10 minutos, com temperatura da água de aproximadamente 27°C. Devido ao tamanho da bancada (11 m), e o espaçamento entre emissores variar conforme o modelo, foram adotado 10 emissores por linha, para que o espaçamento adotado fosse igual ao utilizado em campo, diminuindo o número de erros (RESENDE, 1999).

Foi utilizado o método gravimétrico para a determinação do volume coletado de cada emissor, expressando-se os valores de vazão em $L\ h^{-1}$, com utilização de uma balança de precisão certificada (OHAUS) com precisão de 0,01 g.

Antes da leitura de vazão das linhas gotejadoras, era realizada a lavagem das redes pela abertura dos registros instalados nos finais de cada linha e, logo a seguir, realizada a leitura das vazões individuais dos gotejadores. Uma adaptação no tubo de 100 mm conectado ao fundo da calha permitia descartar a água utilizada para lavagem das linhas.

Por recomendação do INSTITUTO ESPANHOL DE NORMALIZACION, citado por NOGUEIRA & GORNAT (1990), todos os gotejadores autocompensantes, antes de iniciar o ensaio, foram submetidos à pressão nominal de 200 kPa, até estabilização; em seguida, foram submetidos a pressão máxima (P_{\max}) e pressão mínima (P_{\min}), alternadamente, por três vezes. Essas pressões extremas foram mantidas, em cada operação, durante um tempo mínimo de 3 minutos.

Tabela 1 – Características técnicas dos modelos, fluxo, vazão, pressão de serviço (PS) e distância entre gotejadores (DEG)

Marca	Modelo	Fluxo*	Vazão (L/h)	PS (kPa)	DEG (m)
Naandan	Naan tif pc	NC	1,6	10-40	0,50
	Naan paz	NC	2,0	10-30	0,75
	Naan pc	AC	2,1	10-35	0,80
	Naan pc	AC	3,8	10-35	0,90
Plastro	Hidrogol	NC	3,0	10	0,40
	Hydro pc	AC	2,0	8-35	0,80
	Hydro pc	AC	2,2	8-35	0,80
	Hydro pcnd	AC	2,35	8-35	0,80
	Hydro drip	NC	2,0	15	0,80
Netafim	Ram	AC	2,3	5-40	0,50
	Ram	AC	1,6	5-40	0,50
	Tiran	NC	2,05	30	0,75
	Super typhoon	NC	2,0	10	0,60
	Dripnet pc	AC	1,6	5-40	0,75
	Uniram	AC	1,6	5-40	0,33
Amanco	Carbo drip	NC	2,0	35	0,80
	Carbo drip cd - ac	AC	2,3	10-45	0,50
Irrimon	Twin plus	AC	1,8	10-35	1,00
	Vip line	AC	3,6	10-35	1,00
	Irridrip plus	AC	2,5	10-35	1,00
	Irriloc	NC	1,1	10-30	0,40
Azud	Azudline	NC	1,4	10	0,50
Toro	Drip in	AC	2,5	10-40	0,75
Petroísa	Petrodrip	NC	1,5	10-40	0,30
Queen gil	Queen gil	NC	2,0	5-15	0,10

* AC: autocompensante; NC: convencional.

Depois de tabulados os pesos, considerando o peso específico da água igual a unidade, convertido em volume, efetuaram-se os cálculos da vazão, coeficiente de variação de fabricação e do coeficiente de uniformidade de distribuição de água, as equações podem ser encontradas em RESENDE (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores de vazão média (VM) em $L\ h^{-1}$, coeficiente de variação de fabricação (CVf) em %, e uniformidade de distribuição

de água (UD) em %, quantificados pela medição individual da vazão dos gotejadores novos.

Tabela 2 – Valores de vazão média (VM) em $L\ h^{-1}$, coeficiente de variação de fabricação (CVf) em %, e uniformidade de distribuição de água (UD_{novo}) em %, quantificados pela medição individual da vazão dos gotejadores novos

Modelo	Vazão nominal ($L\ h^{-1}$)	VM ($L\ h^{-1}$)	CVf (%)	UD_{novo} (%)
Naan tif pc	1,6	1,15	2,79	96,82
Naan paz	2,0	2,23	1,29	98,48
Naan pc	2,1	2,09	5,74	97,80
Naan pc	3,8	3,90	3,99	95,49
Hydrogol	3,0	3,09	4,64	95,06
Ram	2,3	2,34	2,73	97,20
Ram	1,6	1,55	3,52	97,03
Hydro pc	2,0	2,13	3,49	96,24
Hydro pc	2,2	2,14	4,11	95,66
Hydro pc nd	2,35	2,25	5,17	94,51
Hydro drip	2,0	2,32	2,53	97,55
Carbodrip	2,0	2,86	1,72	98,04
Tiran	2,05	2,47	3,04	97,20
Twin plus	1,8	1,80	3,93	95,88
Vip line	3,6	3,33	9,26	89,82
Irridrip plus	2,5	2,75	2,38	97,33
Super thyphoon	2,0	2,36	5,01	93,94
Azud	1,4	1,71	4,05	95,95
Drip in	2,5	2,67	3,49	96,07
Petrodrip	1,5	1,71	4,29	95,86
Carbo drip cd/ac	2,3	2,33	4,22	94,97
Irriloc	1,1	1,28	2,67	97,17
Queen gil	2,0	1,74	4,31	95,30
Dripnet	1,6	1,57	2,83	96,83
Uniran	1,6	1,53	3,34	97,02

Conforme a classificação proposta por HILLEL (1982), os valores de coeficiente de variação de vazão obtidos no ensaio estão abaixo de 10% podendo ser classificados como bons.

Segundo a classificação do Projeto de Normas 12: 02-08-02 da ABNT (1986), os valores de coeficiente de variação de fabricação medidos, enquadram-se como bons para todos os modelos de emissores avaliados, enquanto que considerando a classificação proposta por Solomon (1979) que considera excelente o CVf de até 3%, apenas os modelos de gotejadores: Naan Tif, Naan Paz, Ram ($2,3 \text{ L h}^{-1}$), Hydro Drip, Carbodrip, Irridrip Plus, Irriloc, Dripnet, podem ser classificados como excelentes.

CONCLUSÕES

1. Os emissores apresentaram uniformidade de distribuição de água (UD) excelente para a maioria dos modelos avaliados; e
2. Os emissores, segundo a classificação do Projeto de Normas 12: 02-08-02 da ABNT (1986) se enquadram como bons, enquanto na classificação de Solomon (1979), apenas os modelos de gotejadores: Naan Tif, Naan Paz, Ram ($2,3 \text{ L h}^{-1}$), Hydro Drip, Carbodrip, Irridrip Plus, Irriloc, Dripnet, apresentaram uniformidade de vazão classificada como excelente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Emissores para sistemas de irrigação localizada – avaliação das características operacionais. PNBR 12: 02 – 08 – 02. São Paulo, 1986. 7p.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (ASAE/EP-405.1). Standards: engineering practices. Saint. Joseph, 1994. 819p.
- COSTA, C.C. da. Estudo da susceptibilidade de tubos gotejadores ao entupimento por precipitados químicos de ferro. Lavras, 2000. 85p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.
- FRIZZONE, J.A.; VIEIRA, A.T.; PAZ, V.P. da S.; BOTREL, T.A. Caracterização hidráulica de um tubo gotejador. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.2, n.3, p.278-283, 1998.

- HILLEL, D. Advances in irrigation. New York: Academic Press, 1982. v.1, 302p.
- KELLER, J., KARMEI, D. Trickle irrigation design parameters. Trans. ASAE (American Society Agricultural Engineers), v.17, n.4, p.678-84, 1974.
- MAYERS, L.E.; BUCKS, D.A. Uniform irrigation with low pressure trickle system. Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE, New York, v.100, n.3, p.341-347, 1972.
- MORAES, O. Determinação do coeficiente de variação de gotejadores e sua influência na uniformidade de emissão em linhas laterais de irrigação por gotejamento. Piracicaba: ESALQ, 1984. 192p. (Dissertação – Mestrado em Irrigação e Drenagem).
- NOGUEIRA, L.C., GORNAT, B. Desempenho de gotejador autocompensante. ITEM, n.42, p.22-28, 1990.
- RESENDE, R. S. Suscetibilidade de gotejadores ao entupimento de causa biológica e avaliação do desentupimento via cloração da água de irrigação. 1999. 77p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- SOLOMON, K. Manufacturing variation of trickle emitters. Transaction of the ASAE, St. Joseph, v.22, n.5, p.1034-1038, 1979.