

CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DOS EMISSORES ALTERNATIVOS UTILIZADOS NA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA DA CAFEICULTURA DO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO E SUL DO ESTADO DA BAHIA¹

Vinicius Bof BUFON², Everardo Chartuni MANTOVANI³, Robson BONOMO⁴

RESUMO DO PROJETO : Este trabalho é parte integrante do projeto “Análise da cafeicultura irrigada em áreas de café conilon no norte do Espírito Santo e sul da Bahia”. Por iniciativa e criatividade dos cafeicultores do norte do Espírito Santo, começaram a surgir no mercado de irrigação local emissores alternativos que possibilitaram menores índices de obstrução, com custo de produção e implantação reduzidos. Os três principais emissores alternativos desenvolvidos na região foram o “Tubinho-de-Geladeira”, o “Gravatinha” e o “MB-2”, que foram submetidos a avaliações técnicas importantes para a análise da viabilidade técnica e econômica, em cada situação de utilização dos emissores. Foram determinadas a uniformidade de aplicação de água (via coeficiente de variação de fabricação) e a curva característica de vazão-pressão de cada modelo. Os emissores foram submetidos a observações em lupas eletrônicas para a mensuração das dimensões construtivas. Também foram feitas estimativas de vários parâmetros hidráulicos, tais como, regime hidráulico de escoamento e comprimento máximo de linha lateral. As vazões médias (em l/h) a 147,2 KPa foram 26.36, 15.02 e 19.42; os coeficientes de variação de fabricação foram 6.45, 5.25 e 7.75, e as equações características de vazão pressão foram $\hat{q} = 2,2024 \cdot h^{0,5006}$, $\hat{q} = 1,1943 \cdot h^{0,5078}$ e $\hat{q} = 1,8913 \cdot h^{0,4697}$ respectivamente para o Tubinho-de-Geladeira, Gravatinha e MB-2. O Gravatinha permite maiores comprimentos de linha lateral que o MB-2, e este que o Tubinho-de-Geladeira. Todos possuem regime de escoamento hidráulico turbulento liso.

PALAVRAS CHAVE: Café; Irrigação; Avaliação Técnica; Tubinho-de-Geladeira; Gravatinha; MB-2

ABSTRACT: This paperwork is a part of the project "Analysis of the Irrigated Coffee Crop in conilon areas located in the north of the Espírito Santo and south of Bahia". For initiative and creativity of the coffee producers from the north of Espírito Santo, alternative emitters appeared in the local irrigation market. These emitters made the smaller obstruction indexes possible and they also reduce the costs of production and insertion. The 3 main alternative emitters developed in the area are called "Tubinho-de-Geladeira", "Gravatinha" and "MB-2", they were all submitted to important technical and economical evaluations. It was determined the water application uniformity (using the production variation coefficient) and the characteristic curve of pressure-flow for each model. They were also submitted to observations in electronic magnifying glass in order to measure the constructive dimensions. Estimates were made for several hydraulic parameters as flow hydraulic regime and maximum length of lateral line. The averages flows (L/h) for 147.2 KPa were 26.36, 15.02 and 19.42; the production variation coefficient were 6.45, 5.25 and 7.75; and the characteristic equations of flow versus pressure were $\hat{q} = 2,2024 \cdot h^{0,5006}$, $\hat{q} = 1,1943 \cdot h^{0,5078}$ and $\hat{q} = 1,8913 \cdot h^{0,4697}$ to "Tubinho-de-Geladeira", "Gravatinha" and "MB-2" models, respectively. The "Gravatinha" model allows lengths of lateral line larger than the "MB-2" model, which allows lengths of lateral line larger than the "Tubinho-de-Geladeira" model. All the emitters possess a smooth turbulent hydraulic flow regime.

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do café conilon vem compartilhando durante muitos anos da história social, cultural, política e econômica da região estudada. Nos últimos cinco anos o mercado globalizado de café vem apresentando crescente segmentação quanto à bebida, origem e formas de preparo, sendo a qualidade do produto o aspecto-chave na conquista dos mercados.

CONSORCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ

¹ Este trabalho faz parte de projeto financiado pelo CBP&D/Café-EMBRAPA

² Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, DEA/UFV, Bolsista CBP&D/Café, Fone: (31) 899-2852 - e-mail: e34910@alunos.ufv.br

³ Eng. Agrícola, PhD, Professor Titular DEA/UFV, Coordenador do Núcleo de Cafeicultura Irrigada - CBP&D/Café Fone: (31) 899-1913

⁴ Eng. Agrônomo, Doutor em Eng. Agríc., Ex-Bolsista CBP&D/Café. Prof. UFG/Jataí Fone: 62 632 1510.

No Norte do Estado do Espírito Santo e Sul do Estado da Bahia, o mecanismo atmosférico é caracterizado por notável irregularidade (SILVEIRA & CARVALHO, 1996). Nesse contexto a irrigação do cultivo do café conilon assumiu a posição de uma grande alternativa para a adequação ao novo perfil agrícola da cultura, assegurando qualidade e produtividade em meio as intempéries econômicas e atmosféricas. Inicialmente os produtores de café conilon da região adaptaram seus antigos sistemas de irrigação por aspersão para as lavouras de café conilon, desencadeando o aumento da produtividade porém, com elevado consumo de energia e água.

Os fatores anteriormente citados, juntamente com a disponibilidade de novos sistemas de irrigação e o mau estado de conservação dos equipamentos antigos (BUFON et al.,1999), impulsionaram a busca por outros tipos de sistema de irrigação, difundindo o uso da irrigação localizada. A velocidade e a dinâmica do crescimento da utilização da irrigação localizada, logo trouxe a tona problemas relativos à adaptação dessa tecnologia. Por um lado, os emissores utilizados resolveram em grande parte os problemas de consumo elevado de água e energia elétrica, reduzindo o custo de produção. Por outro lado, a água disponível na região apresentava níveis elevados de óxidos de ferro, algas e bactérias, implicando na obstrução dos emissores e na diminuição da vida útil dos mesmos. Também o alto custo de implantação desses sistemas limitou a adoção desta tecnologia.

Assim, por iniciativa e criatividade dos cafeicultores, começaram a surgir nesse mercado emissores de irrigação alternativos que possibilitaram menores índices de obstrução e com custo de produção e implantação reduzidos. Os três principais emissores alternativos desenvolvidos na região foram o “Tubinho-de-Geladeira”, o “Gravatinha” e o “MB-2”.

No entanto, a ausência de utilização de métodos técnicos (caracterização técnica) nesse processo de criação e adaptação dos emissores alternativos, proporcionou problemas de fabricação e utilização, que refletiram no dimensionamento e manejo destes sistemas de irrigação.

A viabilidade técnica e econômica é um conceito aplicado “*in loco*”, ou seja, para cada caso, ou ainda, cada lavoura após criteriosa análise dos objetivos de produção e dos recursos disponíveis (seja capital, e/ou natural, e/ou humano – qualitativa e quantitativamente).

É nesse processo de análise da viabilidade técnica e econômica de um projeto de um sistema de irrigação que o conhecimento das características hidráulicas e morfológicas de um emissor é fundamental. O objetivo deste trabalho é a avaliação técnica dos três principais emissores alternativos desenvolvidos na região com o intuito de proporcionar condições adequadas para o dimensionamento e manejo destes sistemas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, na cidade de Viçosa – MG.

Cada emissor foi submetido em laboratório a dois testes hidráulicos, um para determinação da Equação Característica de Vazão-Pressão e o outro para determinar o Coeficiente de Variação de Fabricação. Também foram submetidos a uma Caracterização Morfológica detalhada para o conhecimento das dimensões de fabricação, que possibilitaram a estimativa de características hidráulicas de grande importância. As características hidráulicas e morfológicas de maior importância para cada um deles, são:

-Determinações Hidráulicas: pressão de serviço; vazão à pressão de serviço; coeficiente de variação de fabricação (CV_f); equação característica de vazão-pressão; curva característica de vazão-pressão.

-Observações Morfológicas: diâmetro de saída do emissor; diâmetro de entrada do emissor; comprimento da inserção à linha lateral; largura da inserção à linha lateral.

-Estimativas de Parâmetros Hidráulicas: velocidade d'água no interior do emissor; viscosidade dinâmica d'água no emissor; viscosidade cinemática d'água no emissor; número de Reynolds; regime de escoamento d'água; perda de carga localizada na inserção dos emissores; gradiente de perda de carga na linha lateral sem inserção de emissores; gradiente de perda de carga na linha lateral com a inserção de emissores; fator de múltiplas saídas de Christiansen; perda de carga total na linha lateral; comprimento máximo de linha lateral - para quatro níveis de admissão de perda de carga (5, 10, 15 e 20%) e para dezesseis diferentes espaçamentos entre emissores (0,5, 0,75, 1,00, 1,25, 1,50, 1,75, 2,00, 2,25, 2,50, 2,75, 3,00, 3,25, 3,50, 3,75, 4,00 e 7,00 metros). Os emissores podem ser identificados nas figuras 01, 02 e 03.

Para se determinar e classificar a uniformidade de vazão dos emissores, foi usada como referência a metodologia do cálculo do Coeficiente de Variação de Fabricação, conforme orientações da ASAE (American Society of Agricultural Engineers), e ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e avaliação de vários parâmetros estatísticos.

A equação característica de vazão - pressão para cada modelo foi descrita no molde equacional $q = K_d \cdot h$, descrito por NAKAYAMA *et al*, 1986. Depois de se obter pares de valores vazão - pressão na equação característica de vazão - pressão para cada modelo, foi ajustado uma curva potencial, conforme LOPEZ (1992) e PIZARRO (1990) descrevem. A mensuração das dimensões construtivas foi realizada submetendo as amostras a uma lupa de aumento eletrônica da marca Olympus, equipada com um software para captura de imagens e mensurações, sendo cada conjunto de medidas submetidos a análise estatística. As estimativas dos parâmetros hidráulicos, por sua vez, seguiram as descrições equacionais descritas por KELLER & KARMELLI (1974a), KELLER (1975), MERRIAN (1978), SOLOMON (1979), PAES (1985), BERNARDO (1985), NAKAYAMA & BUCKS (1986), PIZARRO (1990) e LOPEZ (1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando submetidos a carga hidráulica de 15mca (147,2 KPa) e temperatura da água de 25°C, os emissores apresentaram os seguintes resultados:

Quadro 01 – Valores estatísticos globais relativos à vazão do emissor, obtidos com os valores reunidos de sua vazão nos três testes realizados, para cada modelo de emissor experimentado.

Emissor	Parâmetros						
	<i>n</i>	\hat{q}_g	$s(\hat{q}_g)$	IC_g^*		s_g	CVf_g
Tubinho-de-Geladeira	168	26,36	0,13	22,96	29,77	1,70	6,45
Gravatinha	168	15,02	0,06	13,45	16,60	0,79	5,25
MB-2	168	19,42	0,12	19,18	19,65	1,50	7,75

Sendo (*n*) o número amostral; (\hat{q}_g) vazão média global, l/h; [$s(\hat{q}_g)$] erro padrão global da média, l/h; (IC_g^*) intervalo de confiança global, l/h; (s_g) desvio padrão, l/h; (CVf_g) coeficiente de variação de fabricação global, %.

As equações características de vazão-pressão encontradas foram $\hat{q} = 2,2024 \cdot h^{0,5006}$, $\hat{q} = 1,1943 \cdot h^{0,5078}$ e $\hat{q} = 1,8913 \cdot h^{0,4697}$, onde: \hat{q} = vazão média estimada do emissor, em l/h; *h* = Pressão na entrada do emissor, em KPa..

As representações gráficas das três equações encontram-se nas figuras 04, 05 e 06.

Os resultados das mensurações seguem no quadro abaixo:

Quadro 02 – Dimensões construtivas dos emissores Tubinho-de-Geladeira, Gravatinha e MB-2.

Mensurações	Médias (mm)					
	Gravatinha		MB-2		Tub. Geladeira	
Diâmetro de Entrada	MÉDIA	1,79	MÉDIA	1,47	MÉDIA	0,85
	CV%	3,64	CV%	4,62	CV%	8,80
Diâmetro de Saída	Média	0,56	Média	0,63	Média	0,85
	CV%	6,09	CV%	5,14	CV%	8,8
Comprimento da Inserção	Média	8,58	Média	8,59	Média	0,90
	Média Real*	6,58	Média Real*	6,59	Média Real*	0,2154
	CV	1,49	CV%	1,32	CV%	-
Largura da Inserção	Média	4,64	Média	3,16	Média	2,00
	CV%	8,42	CV%	2,25	CV%	0,99

* Subtraída a espessura da parede da linha lateral

As estimativas dos parâmetros hidráulicos para o Tubinho-de-Geladeira, Gravatinha e MB-2 respectivamente foram: 12,32 , 17,03 e 17,24 m/s para velocidade d'água no emissor; $0,89 \times 10^{-3}$ Kg/m.s para viscosidade dinâmica d'água; $8,9 \times 10^{-8}$ m²/s para viscosidade cinemática d'água; 12.000, 10.679 e 12.165 para número de Reynolds; regime de escoamento turbulento liso para os três modelos; 0,113 , 0,206 e 0,156m para perda de carga localizada na inserção do emissores em laterais de 13mm de diâmetro; 0,076, 0,140 e 0,106m para perda de carga localizada na inserção do emissores em laterais de 16mm de diâmetro; 0,050 , 0,093 e 0,070m para perda de carga localizada na inserção do emissores em laterais de 20mm de diâmetro.

CONCLUSÃO

Os emissores alternativos denominados de Tubinho-de-Geladeira, Gravatinha e MB-2, apresentaram a seguintes vazões médias a 147,2 Kpa, coeficientes de variação de fabricação e equações características vazão-pressão, respectivamente: 26, 15 e 19 L/h; 6,45 ; 5,25 e 7,75 %, e $\hat{q} = 2,2024 \cdot h^{0,5006}$,

$\hat{q} = 1,1943 \cdot h^{0,5078}$. Os coeficiente de variação de fabricação permitem classificar os emissores alternativos como de qualidade média (% a 10%), bem próximo da melhor classificação(<5%).



Figura 01 - Tubinho-de-Geladeira



Figura 02 – Gravatinha



Figura 03 - MB-2

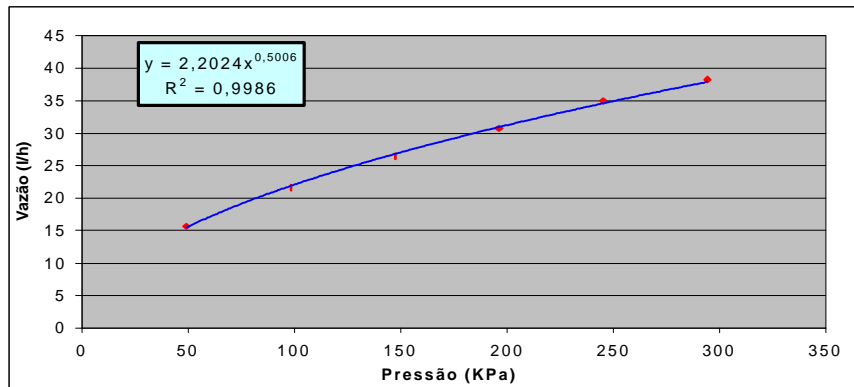


Figura 04 - Curva Vazão-Pressão - Tubinho-de-Geladeira

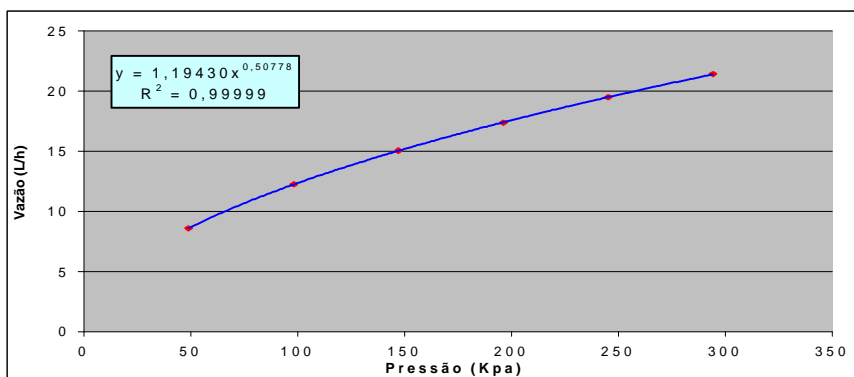


Figura 05 - Curva Vazão-Pressão - Gravatinha

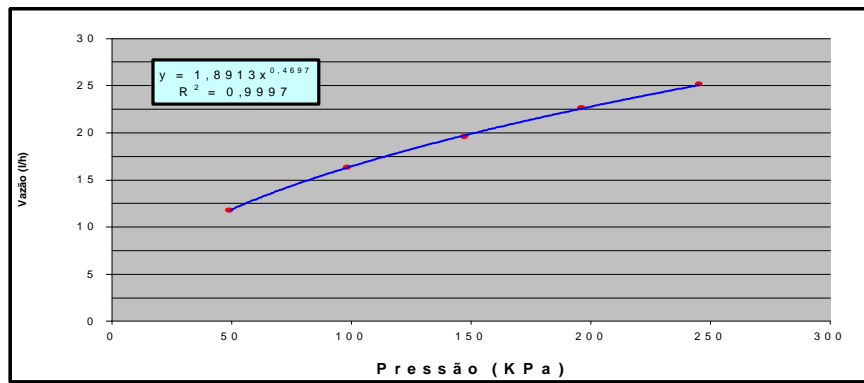


Figura 06 - Curva Vazão-Pressão - MB-2

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY AGRICULTURAL ENGINEERS. *Design and installation of microirrigation systems: ASAE EP405.1 DEC95*. In: ASAE Standards 1996. USA, 1996. 756-759p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Emissores para sistemas de irrigação localizada – avaliação das características operacionais: PNB-12:02-08-021*. São Paulo, SP. 1986a. 7p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Requisitos mínimos para elaboração de projeto de sistema de irrigação localizada: PNB-12:02-08-022*. São Paulo, SP. 1986b. 8p.
- BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 1995. 596p.
- BUFON, V.B.; MANTOVANI, E.C.; SOUZA, L.O.C. de; SOUSA, M.B.A. de. *Uniformidade de aplicação de água em sistemas de irrigação pressurizados, utilizados na cafeicultura irrigada no norte do Espírito Santo*. In: 25 ° Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Franca, SP. 1999.
- BUFON, V. B.; MANTOVANI, E. C.; SOUSA, M. B. A. de.; SOUZA, L. O. C. de. *Avaliação de irrigação em propriedades de café conilon no norte do Espírito Santo*. In: 3 ° Simpósio Brasileiro de Cafeicultura Irrigada. Araguari, MG. 2000.
- BUFON, V. B.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, L. O. C. de.; BONOMO, R. *Uniformidade de aplicação de água em sistemas de irrigação por gotejamento, utilizados na cafeicultura irrigada*. In: 3 ° Simpósio Brasileiro de Cafeicultura Irrigada. Araguari, MG. 2000.
- KELLER, J.; KARMELI, D. *Trickle irrigation design*. S.l.: Rain Bird Sprinckler Manufacturing Corporation. 1974a. 182p.
- KELLER, J.; KARMELI, D. *Trickle irrigation design parameters*. In: Transactions of the ASAE. Michigan, 1974b. 17(4): 678-684p.
- LÓPEZ, J. R.; ABREU, J. M. H.; REGALADO, A; HERNÁNDEZ, J. F. G. *Riego localizado*. Madrid: Mundi – Prensa, 1992. 405p.
- MERRIAN, J.L.; KELLER, J. *Farm irrigation system evaluation: a guide for magenement*. Logan: Utah State University. 1978. 271p.
- NAKAYAMA, F. S. *Trickle irrigation for crop production*. St. Joseph, 1986. 211p.
- PAES, L. A. D. *Características hidráulicas dos microaspersores Dantas MA120 e Irtec e das linhas laterais em sistemas de irrigação por microaspersão*. Viçosa, MG: UFV, 1985. 85p. Tese Mestrado
- PIZARRO, F. *Riegos localizados de alta frecuencia*. Madrid: Mundi – Prensa, 1990. 469p.
- SILVEIRA, J.S.M.; CARVALHO, C.H.S. *Efeito da época de irrigação sobre o crescimento, vingamento e maturação dos frutos do café conilon*. In: 22 ° Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Águas de Lindóia, SP. 1996.
- SOLOMON, K. *Emission uniformity – na introduction*. In: Proceeding, Annual Meeting of the International Drip Irrigation Association, Fresno. 1979. 4-6p.
- SOLOMON, K. *Manufacturing variation of trickle emitters*. In: Transactions of the ASAE. St. Joseph, 1979. 22(5): 1034-1038p.

AVISO

ESTA PUBLICAÇÃO PODE SER ADQUIRIDA NOS
SEGUINTE ENDEREÇOS:

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Edifício Sede, s/nº. - Campus Universitário da UFV
Viçosa - MG
Cep: 36571-000
Tels: (31) 3891-3204 / 3899-2485
Fax : (31) 3891-3911

EMBRAPA CAFÉ

Parque Estação Biológica - PqEB - Av. W3 Norte (Final)
Edifício Sede da Embrapa - sala 321
Brasília - DF
Cep: 70770-901
Tel: (61) 448-4378
Fax: (61) 448-4425