

FATORES FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DE ENTUPIMENTO DE GOTEJADORES EXISTENTES EM ÁGUA RESIDUÁRIA DA DESPOLPA DOS FRUTOS DO CAFEIEIRO

R. O. BATISTA¹; A. T. de MATOS²; F. F. da CUNHA³; P. A. Lo MONACO⁴

RESUMO: Esse trabalho objetivou identificar os fatores físicos, químicos e biológicos de entupimento de sistemas de irrigação por gotejamento aplicando água residuária da despulpa dos frutos do cafeeiro submetida à filtração em filtro orgânico (ARCF). Foi montada uma plataforma de teste, constituída por três unidades de irrigação por gotejamento, cada uma contendo quatro linhas laterais. Utilizou-se a fita gotejadora modelo Z1, não autocompensante e um filtro orgânico. Durante o período de testes foram realizadas análises físicas, químicas e biológicas da ARCF. Diante dos resultados apresentados conclui-se que a ARCF apresenta elevado risco de entupimento de gotejadores, mesmo quando submetida a tratamento em filtro orgânico; e que a formação de biofilme, resultante da interação entre bactérias formadoras de mucilagens e sólidos suspensos e dissolvidos, consistiu no principal fator de entupimento de gotejadores.

PALAVRAS-CHAVE: BIOFILME, OBSTRUÇÃO, EMISSORES

PHYSICAL, CHEMICAL AND BIOLOGICAL FACTORS OF THE CLOGGING OF DRIPPERS EXISTENT IN WASTEWATER FROM PULPING OF THE COFFEE FRUITS

SUMMARY: This work objectified to identify the physical, chemical and biological factors of clogging of drip irrigation systems applying wastewater from pulping of the coffee fruits submitted to the filtration in organic filter (ARCF). A platform of test was mounted, consisting of three units of drip irrigation, each one contends four lateral lines. It was used drip tape model Z1, non-pressure compensated and a organic filter. During the period of tests physical analyses, chemical and biological were carried of the ARCF. In accordance with of

¹ Doutorando em eng. agrícola, bolsista do CNPq, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - UFV, R. São Pedro, prédio 160, apto 6, Bairro Bom Jesus, CEP- 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: roliveira_batista@zipmail.com.br

² Prof. adjunto, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG

³ Doutorando em eng. agrícola, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG

⁴ Doutoranda em eng. agrícola, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG

the presented results it is concluded that the ARCF presents high risk of clogging of drippers, exactly when submitted the treatment in organic filter; and that the formation of biofilm, resultant of the interaction between bacteria slime and suspended and dissolved solids, consisted of the main factor of clogging of drippers.

KEYWORDS: BIOFILM, BLOCKAGE, EMITTERS

INTRODUÇÃO

A atividade de lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro, necessária para a redução do custo de secagem e a melhoria da qualidade de bebida, é geradora de grandes volumes de resíduos sólidos e líquidos, ricos em material orgânico e inorgânico que, se dispostos no meio ambiente sem tratamento, podem causar grandes problemas ambientais como degradação ou destruição da flora e da fauna, além de comprometer a qualidade da água e do solo. Inúmeros trabalhos realizados no mundo apontam o entupimento de emissores como fator limitante da aplicação de águas residuárias via sistemas de irrigação por gotejamento (BATISTA 2004; CAPRA & SCICOLONE, 2004; CHOI & SUAREZ-REY, 2004). No que se refere à qualidade da água, a obstrução dos gotejadores pode resultar de causas físicas (areia, silte, argila e plástico), biológicas (bactéria e alga), químicas (deposição mineral) ou combinação das mesmas. BUCKS (1979) propôs uma classificação da qualidade da água para determinar o risco de obstrução dos gotejadores. Nesta classificação são contemplados os fatores físicos (sólidos em suspensão), os químicos (pH, sólidos dissolvidos, manganês, ferro total e ácido sulfídrico) e os biológicos por meio da determinação do nível populacional das bactérias. Os sólidos suspensos que podem entupir as pequenas passagens dos gotejadores, na maioria das vezes, possuem componentes orgânicos e inorgânicos. Geralmente, partículas maiores que 1/10 do diâmetro da passagem do escoamento de água no gotejador representam risco potencial de entupimento (KELLER & BLIESNER, 1990). SHANNON et al. (1982) constataram deposições de partículas inorgânicas no final das linhas laterais bloqueando até 33% da área de seção transversal. Obstruções de origem química são provocadas pela precipitação no interior dos sistemas de irrigação de substâncias dissolvidas que atravessam os filtros ou pela evaporação da água dos gotejadores, durante o intervalo das irrigações. As precipitações mais frequentes ocorrem com o cálcio (carbonatos e sulfatos de cálcio) e o ferro (LÓPEZ et al., 1992). Outros elementos químicos como o manganês e o enxofre podem

ocasionar problemas de obstrução, pois na sua forma oxidada também geram precipitados de baixa solubilidade (PIZARRO CABELLO, 1990). Análises detalhadas de gotejadores têm indicado que os gêneros de bactérias *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Clostridium*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Brevibacterium*, *Micrococcus* e *Bacillus* podem propiciar problemas de obstruções (GILBERT & FORD, 1986). A formação de biofilme, resultante da interação entre mucilagens bacterianas e sólidos suspensos tem sido o fator central no que se refere à obstrução de gotejadores aplicando água residuária (BATISTA 2004; CAPRA & SCICOLONE, 2004). O maior problema associado à formação de biofilme dentro de gotejadores consiste na redução da vazão, que conseqüentemente acarreta a diminuição da uniformidade de aplicação de água no sistema de irrigação. O presente trabalho objetivou identificar os fatores físicos, químicos e biológicos causadores de entupimento de sistemas de irrigação por gotejamento aplicando água residuária da despolpa dos frutos do cafeeiro submetida à filtração em filtro orgânico.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi realizado na Área Experimental de Hidráulica, Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. Nesta área experimental, foi montada uma plataforma de teste, constituída por três unidades de irrigação por gotejamento, cada uma contendo quatro linhas laterais. Nos testes, foi utilizada a fita gotejadora modelo Z1, não autocompensante, com as seguintes especificações técnicas: vazão nominal de 1,0 L h⁻¹ à pressão de 56 kPa, espaçamento entre gotejadores de 0,3 m e variação de pressão de 29 a 101 kPa. A água residuária bruta da despolpa dos frutos do cafeeiro foi submetida a um tratamento primário, pela passagem em filtro orgânico, constituído por coluna de 1,20 m de altura, tendo o pergaminho dos grãos de café como elemento filtrante, na granulometria de 3-4 mm, conforme recomendações de Lo MONACO et al. (2002), antes da sua condução até o sistema de gotejamento. Para a realização dos testes foi mantida, no início das linhas laterais, uma pressão de serviço de 101 kPa. O experimento foi conduzido no período de 03/07 a 13/08 de 2004, sendo que as unidades de irrigação por gotejamento funcionaram, em média, quatro horas por dia, sete dias por semana. Durante o período de testes foram coletadas amostras da água residuária à jusante do filtro orgânico com a finalidade de analisar o pH e as concentrações dos sólidos suspensos e totais. Após 144 horas de funcionamento das unidades

de irrigação por gotejamento que aplicavam água residuária filtrada, os testes foram paralisados, sendo retiradas amostras dos gotejadores entupidos para análise do biofilme em laboratório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 estão apresentados os resultados das análises químicas e físicas de amostras da ARCF utilizadas nos ensaios. Verifica-se, pelos resultados apresentados que a ARCF apresentou pH baixo o que, segundo BUCKS et al. (1979), proporciona baixo risco de entupimento de emissores. No que se refere à concentração de sólidos dissolvidos, o valor encontrado está na condição de risco severo de entupimento. A concentração de sólidos suspensos está na condição de baixo risco de entupimento dos emissores (BUCKS et al., 1979). De acordo com os resultados das análises microbiológicas efetuadas na mucilagem formada ao longo das tubulações e, principalmente, junto aos emissores, verificou-se a predominância do grupo das enterobactérias. O nível populacional médio das enterobactérias foi de $4,5 \times 10^4$ UFC* mL⁻¹. Os sólidos suspensos e dissolvidos presentes na água residuária (Quadro 1), ficaram presos à mucilagem bacteriana à medida que o tempo de aplicação foi aumentando, proporcionando aumento do volume de biofilme formado. Com a aplicação de águas residuárias da despolpa de frutos do cafeeiro, houve a formação de biofilme dentro e fora dos gotejadores, o que proporcionou o entupimento parcial ou total dos emissores. Na Figura 1 é apresentado o detalhamento da acumulação de biofilme dentro e fora de gotejadores que foram parcial (a, b) e totalmente (c, d) entupidos. Observa-se, nessa figura, que a estrutura causadora de perda de carga (frisos internos) favoreceu o desenvolvimento do biofilme, particularmente no que se refere à deposição de sólidos orgânicos presentes na água residuária.

* Unidades formadoras de colônias

Quadro 1 - Resultados de parâmetros físicos e químicos presentes nas amostras da água residuária filtrada da despolpa dos frutos do cafeeiro (ARCF)

Atributos	Unidades	ARCF
pH	-	4,46
Sólidos dissolvidos	mg L ⁻¹	3.685
Sólidos suspensos	mg L ⁻¹	23
Sólidos totais	mg L ⁻¹	3.708

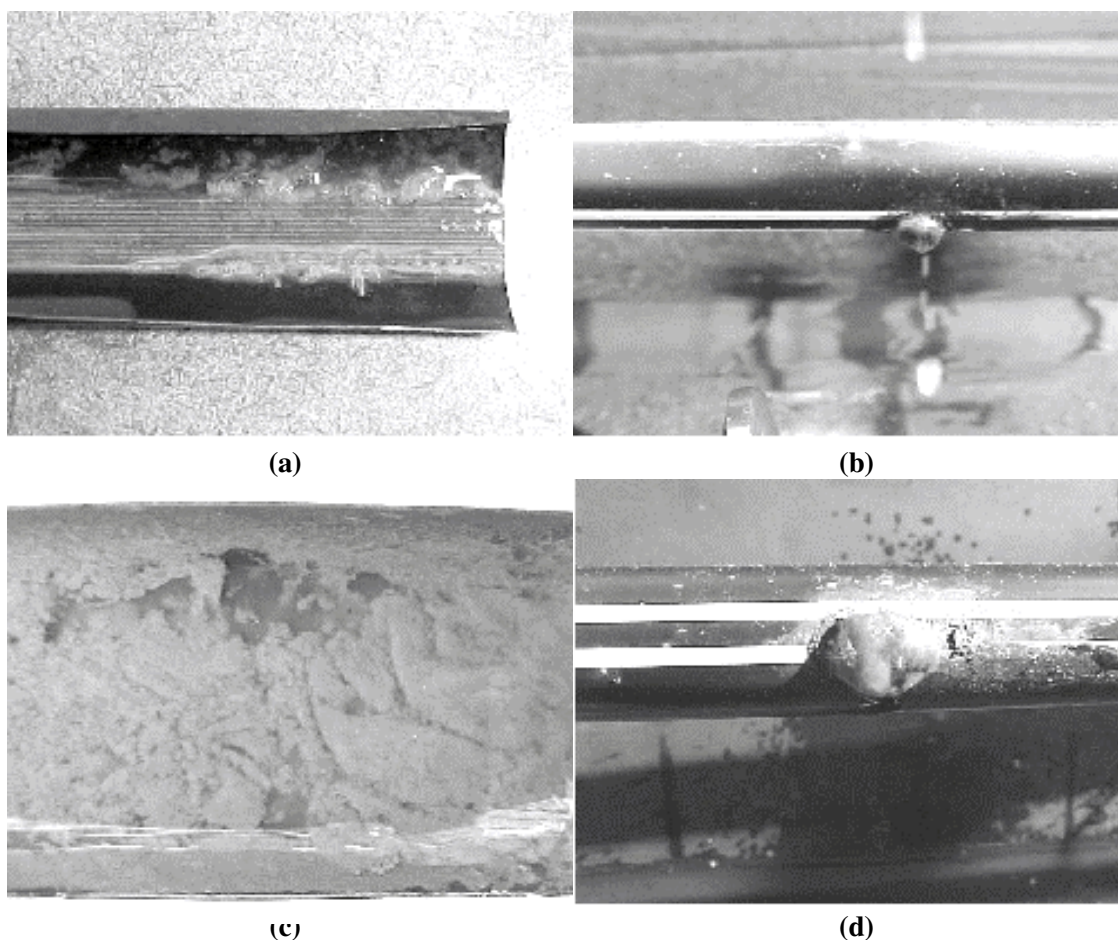


Figura 1 - Detalhamento da acumulação de biofilme dentro e fora de gotejadores parcial (a, b) e totalmente (c, d) entupidos, devido à aplicação da água residuária da despolpa dos frutos do cafeeiro.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados tem-se as seguintes conclusões: a água residuária da despolpa de frutos do cafeeiro apresenta elevado risco de entupimento de gotejadores, mesmo

quando submetida a tratamento em filtro orgânico; e a formação de biofilme, resultante da interação entre bactérias formadoras de mucilagens e sólidos suspensos e dissolvidos, consistiu no principal fator de entupimento parcial e total de gotejadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, R. O. Influência da aplicação de esgoto sanitário tratado sobre sistemas de irrigação por gotejamento. Viçosa: UFV, 97p. 2004. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, UFV.

BUCKS, D. A.; NAKAYAMA, F. S.; GILBERT, R. G. Trickle irrigation water quality and preventive maintenance. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 2, p. 149-162, 1979.

CAPRA, A., SCICOLONE, B. Emitter and filter for wastewater reuse by drip irrigation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 68, p.135-149, 2004.

CHOI, C. Y.;SUAREZ-REY, E. M. Subsurface drip irrigation for bermudagrass with reclaimed water. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 47, n.6, p.1943-1951, 2004.

GILBERT, R. G.; FORD, H. W. Operational principles. In: NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. (Eds.). **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986, cap. 3, p. 142-163.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 649 p.

Lo MONACO, P.A.; MATOS, A.T.; MARTINEZ, M.A.; JORDÃO, C.P. Eficiência de materiais orgânicos filtrantes no tratamento de águas residuárias da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.10, n. 1-4, 2002.

LÓPEZ, J. R.; ABREU, J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNÁNDEZ, J. F. G. **Riego localizado**. Madrid: Mundi-Prensa, 1992. 405 p.

PIZARRO CABELLO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación**. 2 ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1990. 471p.

SHANNON, W. M.; JAMES, L. G.; BASSETT, D. L.; MITH, W. C. Sediment transport and deposition in trickle irrigation laterals. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 25, p. 160-164, 1982.