

DESENTUPIMENTO DE TUBOGOTEJADORES COM EMISSORES AUTOCOMPENSANTES APÓS USO COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO

D. C. CARARO¹, R. O. R. de MELO SOUZA², M. B. TEIXEIRA³,
R. F. de MELO⁴, R. D. COELHO⁵

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes tratamentos no desentupimento de tubogotejadores do tipo autocompensantes utilizados em irrigação de efluente de esgoto doméstico tratado. Os tratamentos foram: 50 10⁻⁹ kg m⁻³ de ClO₂ (T1); 50 10⁻⁹ kg m⁻³ de ClO₂, 24 h de contato com ClO₂, abertura do final do tubogotejador (AFT) (T2); 300 10⁻⁹ kg m⁻³ de ClO₂, 24 h de contato, AFT (T3); AFT, 300 10⁻⁹ kg m⁻³ de ClO₂, 24 h de contato, AFT (T4); alta pressão (406 kPa) (T5); AFT, 300 10⁻⁹ kg m⁻³ de ClO₂, 24 h de contato, AFT, alta pressão (T6). Os resultados, baseados em análise de probabilidade, mostraram que os tratamentos não foram eficientes; ocorreu uma recuperação de aproximadamente 53 % da vazão original dos emissores; e o excesso de vazão ocorreu por efeito de causa obstrutora.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação localizada, desentupimento de emissores, água residuária.

CLEANING TREATMENTS FOR DRIPLINES WITH PRESSURE COMPENSATED EMITTER AFTER EFFLUENT USE

SUMMARY: Treatments were tested to verify the cleaning effect in driplines, previously clogged by domestic wastewater irrigation and stored during six months. The tests were conducted in Brazil using driplines with pressure compensated emitters. The treatments were: 50 10⁻⁹ kg m⁻³ of ClO₂ (T1); T1 + 24 h of ClO₂ contact + flushing (T2); 300 10⁻⁹ kg m⁻³ of ClO₂, 24 hours of ClO₂ contact, flushing (T3); flushing + T3 (T4); high pressure (406 kPa) (T5); T4 + T5 (T6). A probabilistic analysis was applied to the data. The treatments were no efficient; about 53 % flow rate recovering was obtained; overflow had clogging causes; and high pressure treatment caused increase in overflow.

KEYWORDS: trickle irrigation, cleaning emitter, wastewater

INTRODUÇÃO

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr. em Irrigação e Drenagem pela ESALQ / USP e Prof. no Departamento de Engenharia, UFLA, CEP 37.200-000, Lavras, MG. Fone (35) 3829-1481. e-mail: deniscesar@yahoo.com.br.

² Engenheiro Agrícola, Dr. e Prof. no CENTEC, Sobral, CE.

³ Eng. Agrônomo, MSc., doutorando, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

⁴ Eng. Agrônoma, MSc., doutoranda, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

⁵ Professor Doutor, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ –USP, Piracicaba, SP.

Uma característica inerente ao método de irrigação localizada é a pequena área de passagem de água nos emissores e em função dos pequenos diâmetros de orifícios, o entupimento dos emissores configura-se como um dos principais problemas relacionados ao método (KELLER & BLIESNER, 1990; BOMAN & PARSONS, 1993; PIZARRO, 1996). Diversos tipos de gotejadores estão disponíveis no mercado, apresentando diferentes sensibilidades ao entupimento, fato que pode ser verificado em trabalhos realizados por RAVINA et al. (1992), RESENDE (1999) e PIZARRO (1996).

As principais causas do entupimento de emissores são biológica, química e física, porém a determinação exata do entupimento de emissores pode ser complexa, uma vez que vários agentes na água podem interagir com outros, agravando o problema do entupimento (RAVINA et al., 1992). Esse inconveniente advém de causas biológicas, físicas e/ou químicas, ocorrendo todos conjuntamente quando se utiliza águas com elevados valores de ferro, manganês, bactéria e material orgânico.

Efluentes de esgoto doméstico tratado, nem sempre possuem altos valores de ferro e manganês, porém, apresentam elevado potencial a causar entupimento pois possuem elevada população bacteriana e sólidos, incluindo material orgânico, além do pH alcalino que favorece o crescimento de biofilme na tubulação (ADIN & SACKS, 1991; CARARO et al., 2003).

O entupimento pode ser parcial, reduzindo-se a uniformidade de aplicação ou total (obstrução), interrompendo por completo o funcionamento do sistema, causando sérios problemas às culturas, ligados à deficiência hídrica. Uma vez entupidos ou obstruídos, o sistema requer algum tratamento caso se queira recuperá-los.

RESENDE (1999) em condições artificiais provocou o entupimento e avaliou o efeito do cloro na limpeza. Segundo este autor, o melhor tratamento foi de $300 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de cloro, utilizando-se de hipoclorito de sódio. Possivelmente o dióxido de cloro, sendo praticamente três vezes mais reagente que o hipoclorito de sódio⁶, permita um bom controle a menores concentrações.

A limpeza de linhas pela abertura do final das mesmas, assim como o cloro, também é um tratamento usual recomendável na manutenção de sistemas de irrigação por gotejamento (BUCKS et al., 1979), porém há necessidade de avaliação do efeito dessa prática em tubulação entupida e mantida sem irrigações por certo período, assim como do efeito de altas pressões como solução.

Deste modo, objetivou-se avaliar o desentupimento de um modelo comercial de tubogotejadores com emissores tipo autocompensante à utilização de seis tratamentos.

⁶ Gunther Zaremba (representante da EKA Chemicals) - comunicação pessoal, 2004

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Irrigação do Departamento de Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, localizado no município de Piracicaba-SP. Utilizou-se para os testes, tubogotejadores com emissores do modelo comercial Ram (PC) dispostos em tubulações com 25 emissores cada.

As características do tubogotejador são: vazão do emissor quando novo, espaçamento entre emissores, uniformidade de distribuição de água quando novo, comprimento de passagem de água no emissor, profundidade da passagem, diâmetro interno da tubulação e formato respectivamente iguais a $4,4722 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, 0,65 m, 98 %, 0,030 m, 0,0008 m, 0,0142 m e plano. Os emissores possuem uma membrana elástica em seu interior que possibilita a autocompensação da pressão e a propriedade autolimpante, expulsando partículas e evitando entupimentos de causa física.

Os tubogotejadores foram previamente submetidos à irrigação de citrus em período total de uso de água residuária igual a 52 horas. A água residuária aplicada foi o efluente de esgoto doméstico tratado oriundo da Estação de Tratamento de Esgoto do Ribeirão do Piracicamirim, localizada em Piracicaba – SP.

Após a irrigação, os tubogotejadores foram armazenados em ambiente sombreado e arejado, permanecendo neste local durante seis meses, quando então realizou-se a recuperação dos mesmos pelo uso dos seguintes tratamentos: $50 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 (dióxido de cloro) (T1); $50 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador (T2); $300 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador (T3); abertura do final do tubogotejador, $300 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador (T4); alta pressão (406 kPa) (T5); abertura do final do tubogotejador, $300 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador, alta pressão (T6). A aplicação de ClO_2 foi realizada, por uso de um tanque de fertirrigação, a taxa constante de $4,1667 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Foram realizadas avaliações de vazão de cada emissor, no início e após cada tratamento pelo método gravimétrico, sendo a pressão de ensaio igual a $100 \text{ kPa} \pm 10 \text{ kPa}$. Aos dados de vazão aplicou-se análises de probabilidade simples, utilizando o programa de computador “KaleidaGraph”.

Considerou-se emissores com bom desempenho aqueles que possuíam vazão entre 0,95 a 1,05 da vazão de emissores novos, como mostrado na Figuras 1, pela área hachurada. Para o limite inferior (0,95) há uma correspondente probabilidade (N), no eixo das abcissas, em se encontrar emissores com entupimento e acima do limite superior (1,05) há uma

correspondente probabilidade (M) de se encontrar emissores com entupimento somado a probabilidade de se encontrar emissores na faixa de bom desempenho de vazão. Assim, (M – N) corresponde à probabilidade em se encontrar emissores com bom desempenho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão os resultados da análise de probabilidade antes e após os tratamentos para os tubogotejadores testados. A partir da Figura 1, reuniu-se os resultados apresentados na Tabela 1.

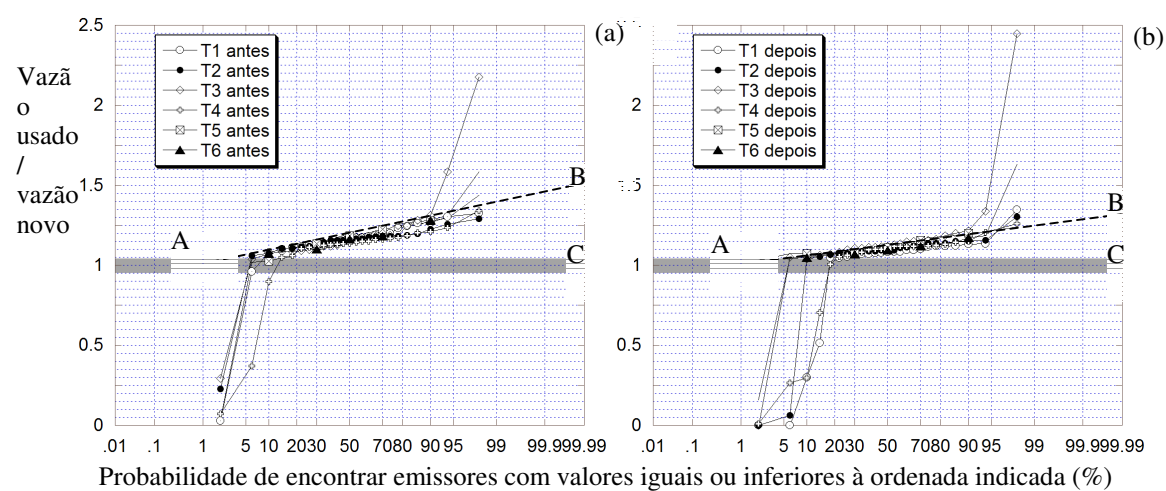


Figura 1 – Análise probabilística para o tubogotejador antes (a) e após (b) tratamentos.

Tabela 1 – Probabilidades (%) em se encontrar emissores com vazão na faixa entre 0,95 e 1,05 vezes a vazão dos mesmos quando novos

Tubogotejador	Avaliação de vazão	Probabilidades antes e após cada tratamento					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
PC	Antes	03	02	01	04	10	03
	Depois	04	03	00	04	01	06

Tratamentos: T1 ($50 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2); T2 ($50 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador); T3 ($300 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador); T4 (abertura do final do tubogotejador, $300 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador); T5 (alta pressão: 406 kPa); T6 (abertura do final do tubogotejador, $300 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador, alta pressão).

Pelos resultados apresentados é possível descrever que nenhum tratamento foi eficiente, pois não permitiu o retorno da vazão dos emissores à vazão original ou dentro da faixa considerada para emissores com bom desempenho. Entretanto, nota-se claramente que houve uma limpeza nos emissores como pode ser constatado pela reta AB na Figura 1. A reta AB reduz sua inclinação de (a) para (b), sendo que o segmento BC reduz de 0,5 para 0,35, ou seja, uma redução na vazão correspondente a aproximadamente $2,3611 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ou 53 % da vazão original. A limpeza observada foi obtida como resultado dos tratamentos associados ao mecanismo de auto-limpeza do emissor que expulsaram impurezas orgânicas, que segundo HILLS & EL-EBABY (1990) favorecem o gradual entupimento bacteriano e dificultam o

funcionamento do mecanismo de auto-limpeza de emissores auto-limpantes, diferentemente das impurezas inorgânicas, as quais são expulsas com relativo sucesso.

Considera-se que ao sofrer influencia da causa obstrutora, esse emissor permitiu um aumento de vazão ao invés de uma redução de vazão por efeito do corpo obstrutor na flexão da membrana elástica dos emissores. Assim, ao reduzir a vazão com os tratamentos, não significa entupimento, mas provavelmente um efeito de recuperação da vazão original. Porém, como visto, essa recuperação não foi suficiente e indica que outros tratamentos podem ser associados para melhorar a eficiência de limpeza, tais como ácidos sulfúrico, clorídrico, fosfórico e/ou nítrico por PITTS et al. (1990)⁷ citados por VIEIRA et al. (2004) e outros produtos comerciais sugeridos também por VIEIRA et al. (2004).

Pela Tabela 1, verifica-se a pequena probabilidade de se encontrar emissores em bom desempenho, tanto antes como após os tratamentos. Isto reforça a necessidade de se efetuar medidas preventivas ao entupimento durante o período de irrigação, como sugerido por RESENDE (1999) e CARARO (2004).

Novos estudos poderiam ser realizados a fim de se caracterizar a causa obstrutora em sua forma, constituição, aparência, localização, para tubogotejadores que são mantidos sem irrigação por certo período (ex.: período chuvoso) e que posteriormente, se deseja utilizá-los novamente (quando ocorra necessidade de irrigação).

CONCLUSÕES: Os tratamentos não foram eficientes na limpeza dos emissores; ocorreu uma recuperação de aproximadamente 53 % da vazão original dos emissores para todos os tratamentos efetuados; e o excesso de vazão ocorreu por efeito de causa obstrutora.

AGRADECIMENTOS: Ao Departamento de Engenharia Rural pelo espaço cedido para realização dos testes e à empresa EKA Chemicals pelo fornecimento do dióxido de cloro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ADIN, A.; SACKS, M. Dropper clogging factors in wastewater irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. v.117, n.6, p.813-826, 1991.
- BOMAN, B.J.; PARSONS, M.L. Changes in Microsprinkler Discharges Resulting from long-turn use. *Transaction of ASAE*, v.9, n.3, 281-284, 1993.

⁷ PITTS, D. J.; HAMAN, D. Z.; SMAJSTRLA, A. G.. Causes and prevention of emitter plugging in microirrigation systems. Gainesville: Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. 1990. 12p. Bulletin 258

- BUCKS, D.A.; NAKAYAMA, F.S.; GILBERT, R.G. Trickle irrigation water quality and preventive maintenance. *Agricultural and Water Management*. v.2, p.149-162, 1979.
- CARARO, D.C. Manejo de irrigação por gotejamento para aplicação de água residuária visando a minimização do entupimento de emissores. Piracicaba, 2004. 130p. Tese (Doutorado) – ESALQ, USP.
- CARARO, D.C.; BOTREL, T.A.; MELLO SOUZA, R.O.R.; ROBLES, W.G.R. Capacidade de efluente final da estação de tratamento de esgoto da bacia do Rio Piracicamirim ao entupimento de um sistema de irrigação por gotejamento. IX Encontro Científico dos Pós-Graduandos no CENA/USP. Piracicaba - SP. 2003. Anais.
- HILLS, D.J.; EL-EBABY, F.G. Evaluation of microirrigation self-cleaning emitters. *Applied Engineering in Agriculture*. v.6, n.4, p.441-445, 1990.
- KELLER, J.C.; BLIESNER, R.D. Sprinkler and trickle irrigation. New York: van Nostrand Reinhold, 1990, 652p.
- PIZARRO, F. Riegos localizados de alta frecuencia. 3.ed. Madri: Mundi Prensa, 1996. 513p.
- RAVINA, I.; PAZ, E.; SOFER, Z.; MARCUS, A.; SCHISCHA, A.; SAGI, G. Control of emitter clogging in drip irrigation with reclaimed wastewater. *Irrigation Science*. v.13, p.129-39, 1992.
- RESENDE, R. S. Suscetibilidade de gotejadores ao entupimento de causa biológica e avaliação do desentupimento via cloração da água de irrigação. Piracicaba, 1999. 77p. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, USP.
- VIEIRA, G. H.S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, J.G.F.; RAMOS, M.M.; SILVA, C.M. Recuperação de gotejadores obstruídos devido à utilização de águas ferruginosas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.8, n.1, p.1-6, 2004.