

DESENTUPIMENTO DE EMISSORES LINEARES DE LONGO PERCURSO E INSERIDOS INTERNAMENTE EM FITA GOTEJADORA, APÓS USO COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO

D. C. CARARO¹, R. F. de MELO², M. B. TEIXEIRA³, R. O. R. de MELO SOUZA⁴

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes tratamentos no desentupimento de fitas gotejadoras com emissores lineares de longo percurso e inseridos internamente na tubulação, após irrigação de efluente de esgoto doméstico tratado. Os tratamentos foram: $50 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 (T1); $50 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 h de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador (AFT) (T2); $300 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 h de contato, AFT (T3); AFT, $300 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 h de contato, AFT (T4); alta pressão (406 kPa) (T5); T4 + T5 (T6). Os resultados, baseados em análise de probabilidade, mostraram o seguinte: não houve tratamentos que recuperassem a vazão original de todos os emissores; o melhor tratamento foi o T6 seguido do T5; a concentração de dióxido de cloro teve pequena influência na desobstrução; e foi interessante o uso de abertura do final das fitas gotejadoras como tratamento inicial, seguido do uso da pressão de água a 406 kPa.

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

CLEANING TREATMENTS AFTER EFFLUENT USE FOR DRIPLINES CONTAINING INSERTED EMITTERS WITH LINEAR AND LONG PATHWAYS

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 inserted emitters with linear and long pathways. The treatments were: $50 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ of ClO_2 (T1); T1 + 24 h of ClO_2 contact + flushing (T2); $300 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ of ClO_2 , 24 hours of ClO_2 contact, flushing (T3); flushing + T3 (T4); high pressure (406 kPa) (T5); T4 + T5 (T6). A probabilistic analysis was applied to the data. None treatment effect had complete cleaning for all emitters; T6 was the best followed by T5; chlorine dioxide concentration had low cleaning effect; and it is interesting the use of flushing at first with high pressure (406 kPa) further.

KEYWORDS: trickle irrigation, emitter cleaning, wastewater

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

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

⁴ Engenheiro Agrícola, Dr. e Prof. no CENTEC, Sobral, CE.

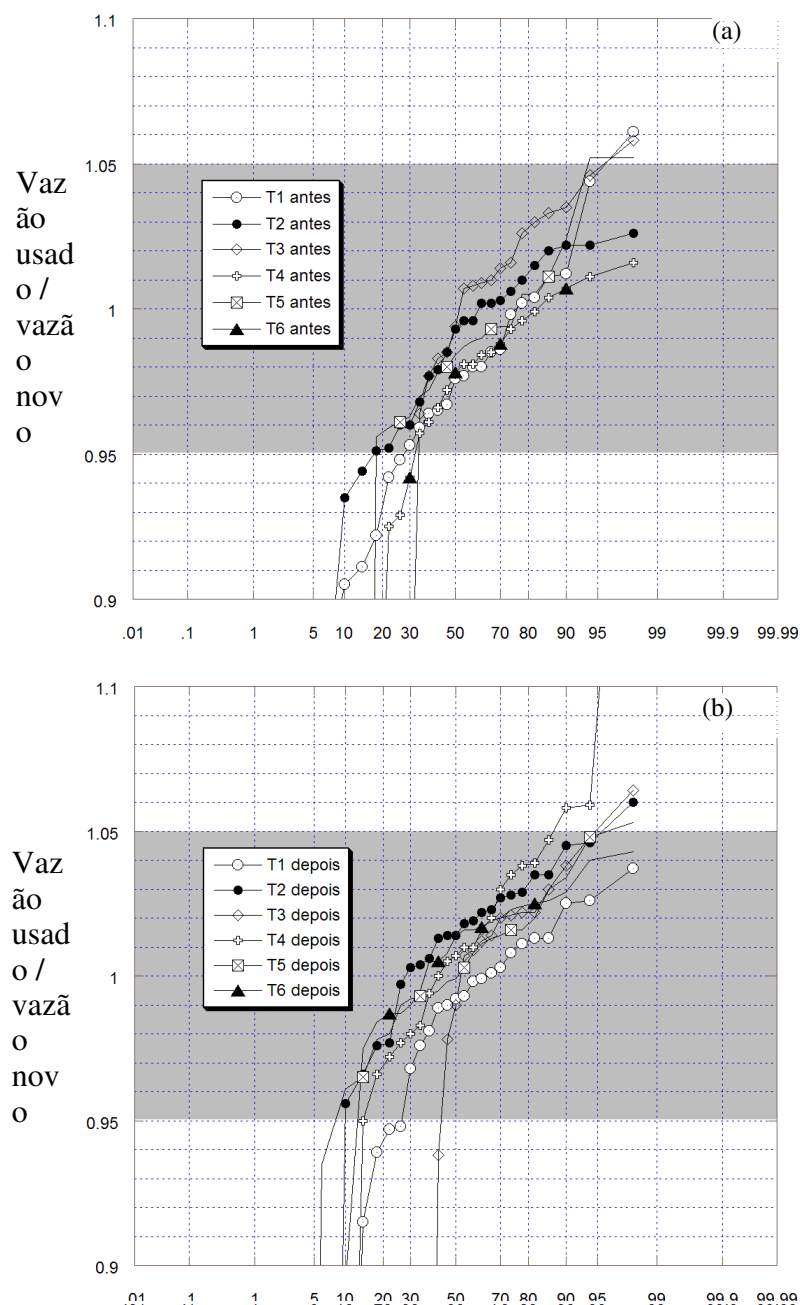
INTRODUÇÃO: Uma característica inerente ao método de irrigação localizada é a pequena área de passagem de água nos emissores: em função dos pequenos diâmetros de orifícios, o entupimento dos emissores configura-se como um dos principais problemas relacionados ao método (KELLER & BLIESNER, 1990; PIZARRO, 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). Esse inconveniente advém de causas biológicas, físicas e/ou químicas, ocorrendo todos conjuntamente quando se utilizam águas com elevados valores de ferro, manganês, bactéria e material orgânico (RAVINA et al., 1992). Efluentes de esgoto doméstico tratado nem sempre possuem altos valores de ferro e manganês, porém, apresentam elevado potencial para 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. Os emissores, uma vez entupidos ou obstruídos necessitam algum tratamento para 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 $300 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de cloro, utilizando-se de hipoclorito de sódio. Possivelmente o dióxido de cloro, sendo praticamente três vezes mais reagente que o hipoclorito de sódio⁵, espera-se um bom controle em 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 se conhecer o 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 comparar o desempenho de seis tratamentos no desentupimento de um modelo comercial de fita gotejadora com emissores de longo percurso linear e inseridos internamente na tubulação.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Laboratório de Irrigação do Departamento de Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP, localizado em Piracicaba-SP.

⁵ Gunther Zaremba (representante da EKA Chemicals) - comunicação pessoal, 2004

Utilizaram-se para os testes fitas gotejadoras com emissores do modelo comercial Chapin, disposto em tubulações com 25 emissores cada. As características do tubogotejador são: vazão de 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 $2,4722 \times 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; 0,45 m; 97 %; 0,175 m; 0,0008 m; 0,016 m e plano. Os emissores não são auto-compensantes e estão inseridos industrialmente e internamente na fita gotejadora de forma que a extremidade de um está sempre adjacente ao início do seguinte. 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 nesse local durante seis meses. Após esse período, se desejou realizar a recuperação dos mesmos implantando-se um ensaio com os seguintes tratamentos: $50 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 (dióxido de cloro) (T1); $50 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador (T2); $300 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador (T3); abertura do final do tubogotejador, $300 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ 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, $300 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , 24 horas de contato com ClO_2 , abertura do final do tubogotejador, alta pressão (T6). A aplicação de ClO_2 foi por uso de um tanque de fertirrigação, a taxa constante de $4,1667 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. 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 aplicaram-se análises de probabilidade simples, utilizando o programa de computador “KaleidaGraph”. Consideraram-se emissores com bom desempenho aqueles que possuíam vazão entre 0,95 a 1,05 da vazão de emissores novos, como mostrado na Figura 1, pela área hachurada. Para o limite inferior (0,95) há uma correspondente probabilidade (N), no eixo das abscissas, de se encontrarem emissores com entupimento e acima do limite superior (1,05) há uma correspondente probabilidade (M) de se encontrarem emissores com entupimento somado à probabilidade de se encontrarem emissores na faixa de bom desempenho de vazão. Assim, $(M - N)$ corresponde à probabilidade de se encontrarem 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, reuniram-se os resultados apresentados na Tabela 1.



Probabilidade de encontrar emissores com valores iguais ou inferiores à ordenada indicada (%)

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

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

Avaliação de vazão	Probabilidades antes e após cada tratamento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Antes	69	83	62	68	76	58
Depois	74	85	52	72	89	86

Pelos resultados apresentados, nota-se que a probabilidade de se encontrarem emissores com bom desempenho superava 50 %, indicando maior facilidade de limpeza caso a maioria estivesse fora da faixa de bom desempenho. Porém, é possível descrever que

nenhum tratamento foi eficiente, pois não permitiu o retorno da vazão dos emissores à vazão original. Entretanto, nota-se que houve uma melhor limpeza dos emissores após o uso de 406 kPa, como pode ser constatado comparando-se T5 e T6, antes e após a aplicação dos tratamentos. Em T6, o efeito é maior pelo efeito da abertura do final das fitas gotejadoras logo ao início e anteriormente à aplicação do ClO_2 . O efeito positivo da abertura do final das fitas gotejadoras nesse momento também é observado ao se comparar T3 e T4. No caso de T3, a ausência de abertura de final de linha comprometeu o tratamento, ocasionando aumento na probabilidade de se encontrarem emissores fora da faixa de bom desempenho. Isso justifica-se pelo motivo que havia mais compostos passíveis de ocasionarem entupimento no interior da tubulação no momento anterior à aplicação de $300 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 . No dia seguinte à aplicação, a presença de mais compostos potencialmente obstrutores desprendidos da parede interna da tubulação, durante o tempo de contato com o produto clorado, contribuiu para a redução de vazão dos emissores. Pela abertura do final da tubulação ou fita gotejadora, houve retirada de grande parte desses compostos. A redução de vazão de emissores que ocorreu em T3 não ocorreu em T2, pois neste tratamento a concentração do produto clorado foi menor e, dessa maneira houve menor desprendimento de compostos aderidos à parede interna da fita gotejadora. A abertura da fita gotejadora ao final da aplicação dos demais tratamentos não teve efeito expressivo, como podemos observar comparando-se T1 e T2. Portanto, a abertura foi interessante apenas antes dos demais tratamentos. Entretanto, a aplicação do ClO_2 em seguida a essa abertura não possibilitou melhoras expressivas, como observado nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, sendo sugerido não utilizá-lo, principalmente na concentração de $300 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$, devido ao alto risco de intoxicação, necessitando-se de cuidados de segurança especiais durante a injeção. Sugere-se para futuras pesquisas o uso de abertura de tubogotejador seguido de tratamento alternativo aos propostos neste trabalho, finalizando com o uso de alta pressão. Aliado a isto, também se pode efetuar estudos para verificar a deformação dos emissores e fitas gotejadoras, em função da aplicação do tratamento de elevada pressão. Em geral, houve dificuldade em se encontrar um tratamento que recuperasse completamente a vazão dos emissores. Assim, é importante efetuar medidas preventivas ao entupimento durante o período de irrigação, como sugerido por RESENDE (1999) e CARARO (2004).

CONCLUSÕES: Nenhum tratamento recuperou a vazão de todos os emissores. O melhor tratamento foi associando limpeza por abertura de final de fita gotejadora, cloração a $300 \times 10^{-9} \text{ kg m}^{-3}$ de ClO_2 , o seu contato por 24 h, seguido por nova abertura de final de fita gotejadora e aplicação de água à pressão de 406 kPa. A concentração do ClO_2 teve pequena

influência na recuperação da vazão. Foi interessante a abertura da tubulação associada ao posterior uso de alta pressão na limpeza de emissores lineares de longo percurso e inseridos na tubulação, utilizados em irrigação com esgoto doméstico tratado.

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. Drinker clogging factors in wastewater irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. v.117, n.6, p.813-826, 1991.
- 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.
- KELLER, J.C.; BLISNER, 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.