

DESEMPENHO DE GOTEJADORES OPERADOS SOB RISCO DE OBSTRUÇÃO POR PARTÍCULAS SÓLIDAS

JONESMAR DE OLIVEIRA¹, ANTONIO P. CAMARGO², GUSTAVO L. MUNIZ³,
ALINE A. NAZÁRIO⁴, NICOLAS D. CANO⁵, TULIO A. P. RIBEIRO⁶

¹ Estudante de graduação - Iniciação Científica CNPq/PIBIC, FEAGRI/UNICAMP, 27 99833-5361, jonesmaroliveira18@hotmail.com

² Professor Doutor, FEAGRI/UNICAMP, 19 3521-1112, apcpires@unicamp.br

³ Estudante de doutorado, FEAGRI/UNICAMP, 31 99590-2131, gustavolopesmuniz@yahoo.com.br

⁴ Estudante de pós-doutorado, FEAGRI/UNICAMP, 19 998271-5174, alinenazario@gmail.com

⁵ Estudante de doutorado, FEAGRI/UNICAMP, 19 99793-0415, nduarte91@gmail.com

⁶ Doutor, Técnico Laboratório de Irrigação, FEAGRI/UNICAMP, 19 99743-1607, tulior@feagri.unicamp.br

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: Processos de obstrução de gotejadores de irrigação são influenciados pela qualidade da água e pelas características geométricas dos emissores, sendo este um dos maiores problemas de manutenção em sistemas de irrigação localizada. Frente à diversidade de modelos comerciais de gotejadores, evidencia-se a necessidade de identificar os modelos mais resistentes à obstrução. Essa pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho de modelos comerciais de gotejadores operados sob condição de risco de obstrução por partículas sólidas. Os experimentos foram conduzidos em laboratório sob condições controladas. O protocolo de ensaios para comparação do desempenho de gotejadores baseia-se na proposta de norma ISO/DTR 21540. Oito modelos comerciais de gotejadores foram avaliados, sendo realizadas duas repetições dos experimentos. Cinco modelos não atingiram o limiar de obstrução nos ensaios, apresentando tendência de elevada resistência à obstrução por partículas sólidas suspensas na água de irrigação. Três modelos tiveram o desempenho prejudicado quando operados com água contendo partículas superiores a 125 µm em concentrações acima de 250 mg L⁻¹, o que aponta para a necessidade de rotinas de filtragem e manutenção mais rigorosas ao se empregar tais modelos de gotejadores em campo.

PALAVRAS-CHAVE: ensaios normatizados; microirrigação; entupimento de emissores

PERFORMANCE OF DRIPPERS OPERATED UNDER CLOGGING RISK DUE TO SOLID PARTICLES

ABSTRACT: Drip irrigation clogging processes are influenced by the water quality and the geometric characteristics of emitters, being major maintenance problems in microirrigation systems. Considering the diversity of commercial models of drippers, there is a need of identifying models of better anti-clogging performance. This research aimed to evaluate the performance of commercial models of drippers operated under clogging risk due to solid particles. The experiments were carried out in the laboratory under controlled conditions. The test protocol for comparison of drippers performance was based on the ISO / DTR 21540 (under development). Eight commercial dripper models were evaluated, and two replicates of the experiments were performed. Five models did not reach the clogging threshold in the tests, showing a tendency of high resistance to clogging due to solid particles suspended in irrigation water. Three models had their performance impaired when operated with water containing particles greater than 125 µm in concentrations above 250 mg L⁻¹, which points to the need for more rigorous filtering and maintenance routines when using such models in field.

KEYWORDS: standardized tests; microirrigation; emitters' plugging

INTRODUÇÃO: Existe grande diversidade de modelos comerciais de gotejadores para irrigação e, embora muitos modelos apresentem desempenho hidráulico apropriado, pouco se sabe sobre o desempenho dos emissores em termos de resistência à obstrução. A obstrução de emissores é considerada um dos maiores problemas de manutenção em microirrigação (CAPRA; SCICOLONE, 1998; ZHANG et al., 2010), estando diretamente associada à qualidade da água de irrigação (NAKAYAMA; BUCKS, 1991) e à geometria dos emissores (LI et al., 2008; PATIL; NIMBALKAR; JOSHI, 2013). Em termos de qualidade da água, os problemas são desencadeados por agentes de natureza física, química e biológica (PINTO et al., 2017), sendo que partículas sólidas são os componentes mais comuns na obstrução de emissores (NAKAYAMA; BUCKS, 1991). Essa pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho de modelos comerciais de gotejadores operados sob condição de risco de obstrução por partículas sólidas.

MATERIAL E MÉTODOS: Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Hidráulica e Irrigação (LHI) da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/UNICAMP), Campinas-SP. A bancada de ensaios é um circuito hidráulicamente fechado, equipado com reservatório plástico de 250 L; motobomba com rotor e carcaça em inox, equipada com inversor de frequência; agitador dotado de hélice; linha de derivação com bifurcações simétricas; conjunto de coletores para medição da vazão dos emissores; e, calha para coleta e retorno da água para o reservatório, além de uma plataforma móvel para posicionamento dos coletores durante as rotinas de determinação de vazão. A água utilizada nos ensaios foi preparada a partir de água deionizada, a fim de assegurar repetitividade das condições de ensaio. O protocolo de ensaios baseia-se em requisitos propostos pela norma em desenvolvimento ISO/DTR 21540. A rotina é dividida em 4 etapas, cada uma com duração de 40 h de funcionamento, operando durante 8 h diárias. Em cada etapa, com 5 dias de duração, as concentrações e as faixas granulométricas das partículas sólidas presentes no reservatório foram controladas, conforme especificado na TABELA 1. As partículas sólidas utilizadas para avaliação da sensibilidade à obstrução dos gotejadores são constituídas por uma mistura de areia, silte e argila, obtidas a partir de amostra de solo natural. A mistura de partículas foi preparada conforme a norma ISO11277 (2009). Oito modelos comerciais de gotejadores com vazão nominal inferior a 2 L h⁻¹ foram avaliados simultaneamente sob pressão de ensaio de 100 kPa, sendo realizadas duas repetições dos experimentos. Os seguintes modelos fabricados pela NaanDanJain foram avaliados: (A) AmnonDrip PC 1,1 L h⁻¹; (B) TalDrip NPC 0,55 L h⁻¹; (C) TopDrip PC 1,6 L h⁻¹; (D) TurboExcel NPC 1,6 L h⁻¹; (E) TopDrip PC 1,0 L h⁻¹; (F) AmnonDrip PC 1,6 L h⁻¹; (G) NaanTif NPC 1,0 L h⁻¹; (H) NaanPC PC 1,8 L h⁻¹. A notação PC indica emissores auto-compensantes, enquanto NPC representa emissores não regulados.

TABELA 1. Etapas de ensaio com respectivas concentração e granulometria de partículas.

| Etapa | Tempo (h) | Faixa granulométrica das partículas (μm) | | | | Concentração total (mg L ⁻¹) ¹⁾ |
|--|-----------|--|----------|-----------|---------|--|
| | | < 75 | 75 - 125 | 125 - 212 | 212-500 | |
| Concentração de partículas (mg L ⁻¹) | | | | | | |
| 1 | 0 – 40 | 125 | - | - | - | 125 |
| 2 | 40 – 80 | 125 | 125 | - | - | 250 |
| 3 | 80 – 120 | 125 | 125 | 125 | - | 375 |
| 4 | 120 – 160 | 125 | 125 | 125 | 125 | 500 |

No início de cada ensaio foram instalados tubo-gotejadores novos, monitorando-se a vazão de 10 emissores por modelo avaliado. Inicialmente a amostra foi submetida a ensaios para determinações das vazões iniciais utilizando-se água limpa. A vazão de cada emissor foi obtida pela Eq. 1:

$$q = 3600 * (m_f - m_i) / (\rho t) \quad (1)$$

em que, q – vazão ($L h^{-1}$); t – tempo de coleta (s); m_f – massa do coletor + água (g); m_i – massa do coletor (g); ρ – massa específica da água ($kg m^{-3}$), corrigida pela equação proposta por Tanaka et al. (2001).

A sensibilidade dos emissores à obstrução foi avaliada por meio da proporção de redução da vazão dos emissores durante o tempo de ensaio. Como critério, foi considerado obstruído o emissor que apresentou variação de vazão maior que 25% em relação à vazão inicial do gotejador. Um lote de gotejadores de dado modelo foi considerado obstruído quando 25% dos gotejadores do lote foram classificados como obstruídos (LAVANHOLI et al., 2018). Em função do número de gotejadores avaliados, foi considerado que dado modelo de emissor obstruiu quando pelo menos 3 emissores foram classificados como obstruídos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A FIGURA 1 representa o número de emissores obstruídos para cada um dos 8 modelos avaliados.

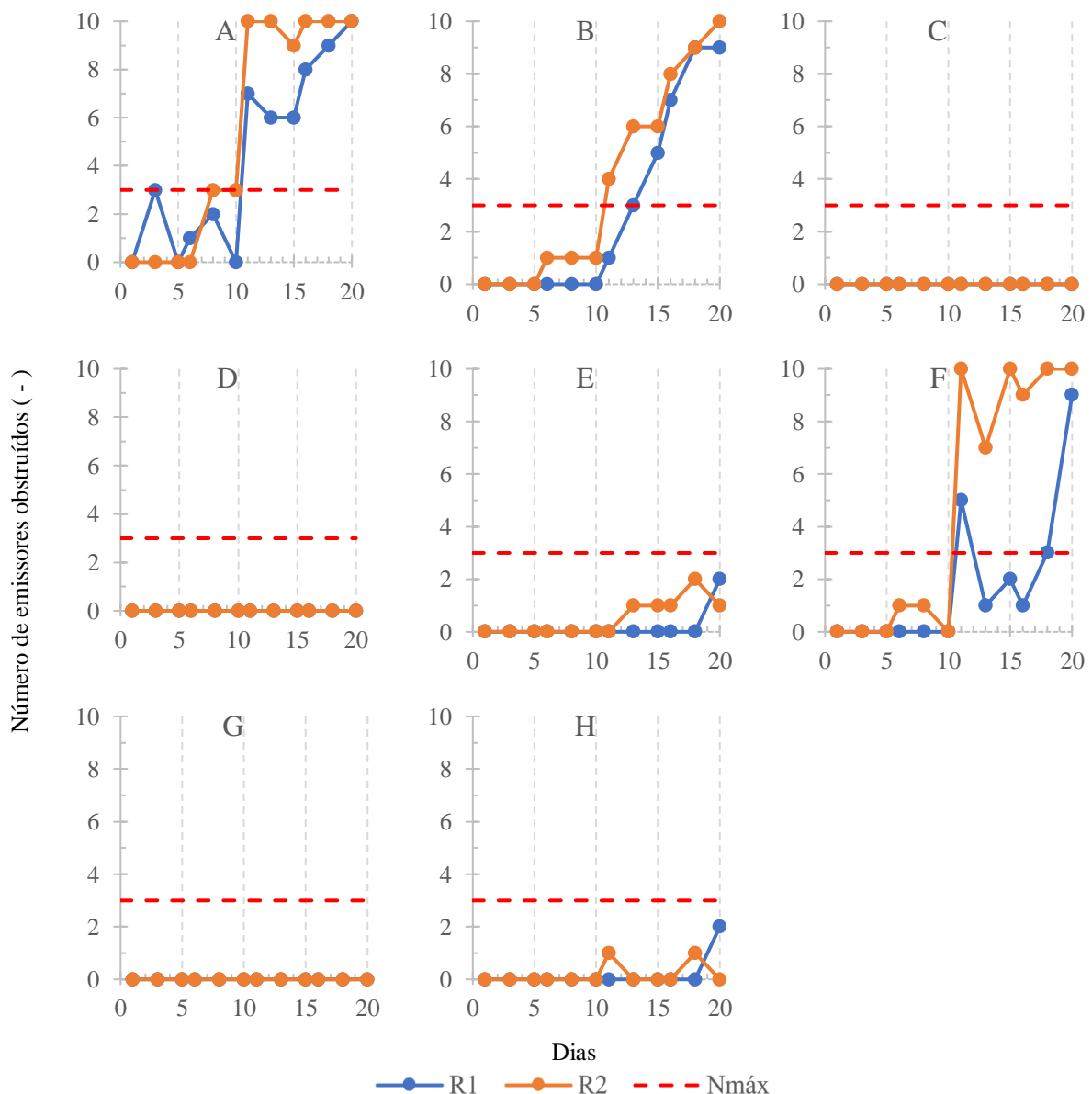


FIGURA 1. Número de emissores obstruídos ao longo das fases do ensaio de obstrução (R1: repetição 1; R2: repetição 2; Nmáx: Número máximo de emissores obstruídos para qualificar o lote avaliado).

Os modelos de gotejadores C, D, E, G e H não atingiram o limiar que caracteriza a obstrução do lote em nenhuma das etapas de ensaio, havendo portanto, tendência de que tais emissores

apresentam elevada resistência à obstrução por partículas sólidas suspensas na água de irrigação. Por outro lado, identificou-se que os modelos A, B e F obstruíram a partir da terceira etapa de ensaios, mostrando-se sensíveis à granulometrias superiores a 125 μm em concentrações acima de 250 mg L^{-1} . Dentre os emissores mais sensíveis à obstrução, os modelos A e B são modelos de menor vazão e conseqüentemente apresentam seção de escoamento menor que a maioria dos outros modelos avaliados. É esperado que a sensibilidade à obstrução aumente na medida em que a seção de escoamento se torna menor (BOUNOUA et al., 2016; LAVANHOLI et al., 2018). Tais resultados evidenciam que há necessidade do emprego de sistema de filtragem mais rigoroso para os modelos A, B e F do que para o restante dos modelos avaliados. Surpreendentemente, o emissor G, embora apresente vazão nominal de 1,0 L h^{-1} , demonstrou excelente desempenho, não sendo identificada alteração significativa na vazão da amostra avaliada em nenhuma das etapas de ensaio. Tal resultado aponta para indícios de que a geometria desse modelo apresenta características que favorecem o transporte e remoção de sedimentos do interior do labirinto, conferindo ao emissor maior resistência à obstrução. A geometria de labirintos de gotejadores de fato é um aspecto fundamental que vem sendo investigado para o desenvolvimento de modelos de melhor desempenho (FENG et al., 2017; HAOSU et al., 2016; ZHANG et al., 2011).

CONCLUSÕES: Há tendência de que os modelos de emissores C, D, E, G e H apresentem elevada resistência à obstrução provocada por partículas sólidas suspensas na água de irrigação já que não foi detectada obstrução em nenhuma das etapas de ensaio. Porém, recomenda-se maior cautela com filtragem e rotinas de manutenção do sistema de irrigação ao se utilizar os modelos A, B e F, dado que a obstrução foi caracterizada operando os emissores com água contendo partículas maiores que 125 μm e em concentrações acima de 250 mg L^{-1} .

REFERÊNCIAS:

- BOUNOUA, S. et al. Understanding physical clogging in drip irrigation: in situ, in-lab and numerical approaches. **Irrigation Science**, p. 1–16, 30 abr. 2016.
- CAPRA, A.; SCICOLONE, B. Water Quality and Distribution Uniformity in Drip/Trickle Irrigation Systems. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 70, n. 4, p. 355–365, ago. 1998.
- FENG, J. et al. Effect of optimization forms of flow path on emitter hydraulic and anti-clogging performance in drip irrigation system. **Irrigation Science**, v. 0, n. 0, p. 1–11, 2017.
- HAOSU, S. et al. Effects of flow path boundary optimizations on particle transport in drip irrigation emitters. **Irrigation and Drainage**, v. 65, n. 4, p. 417–425, 2016.
- ISO11277. **Soil Quality - Determination of particle size distribution in mineral soil material - Method by sieving and sedimentation** Geneva International Organization for Standardization, , 2009.
- LAVANHOLI, R. et al. Methodology to Evaluate Dripper Sensitivity to Clogging due to Solid Particles: An Assessment. **The Scientific World Journal**, v. 2018, p. 1–9, 23 out. 2018.
- LI, Y. et al. CFD and digital particle tracking to assess flow characteristics in the labyrinth flow path of a drip irrigation emitter. **Irrigation Science**, v. 26, n. 5, p. 427–438, 26 mar. 2008.
- NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. Water quality in drip/trickle irrigation: A review. **Irrigation Science**, v. 12, n. 4, p. 187–192, dez. 1991.
- PATIL, S. S.; NIMBALKAR, P. T.; JOSHI, A. Hydraulic Study, Design & Analysis of Different Geometries of Drip Irrigation Emitter Labyrinth. **International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)**, v. 2, n. 5, p. 455–462, 2013.
- PINTO, M. F. et al. Flow rate dynamics of pressure-compensating drippers under clogging effect. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 5, 2017.
- TANAKA, M. et al. Recommended table for the density of water between 0 °C and 40 °C based on recent experimental reports. **Metrolgia**, v. 38, n. 4, p. 301–309, 2001.
- ZHANG, J. et al. Anti-clogging performance evaluation and parameterized design of emitters with labyrinth channels. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 74, n. 1, p. 59–65, out. 2010.
- ZHANG, J. et al. Structural optimization of labyrinth-channel emitters based on hydraulic and anti-clogging performances. **Irrigation Science**, v. 29, n. 5, p. 351–357, 30 out. 2011.