

## **IX-024 - MONITORAMENTO DA VAZÃO MÉDIA DE TUBOS GOTEJADORES EM IRRIGAÇÃO LOCALIZADA SUBMETIDOS ÀS VARIAÇÕES DE PRESSÕES**

**Fernanda Miuki Asa**

Graduanda em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal Goiano- Câmpus Rio Verde-GO. Aluno do Programa Institucional de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/IFGoiano).

**Cláudia Regina Megda<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil. Mestre, Doutora e Pós-Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP). Professora Adjunta do Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde – GO.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rodovia Sul Goiana, Km 01 –Caixa Postal:66 – CEP:75.901-970 - Rio Verde - GO - Brasil - Tel: (64) 3620-5625 - e-mail: [crmegda@yahoo.com.br](mailto:crmegda@yahoo.com.br)

### **RESUMO**

O experimento foi desenvolvido em uma casa-de-vegetação instalada na área experimental do IFGoiano Campus Rio Verde. Sobre uma bancada de ensaios foram instalados 20 recipientes de PVC com 0,1 m de diâmetro e 0,6 m de altura, contendo cada recipiente um gotejador enterrado a 0,2 m de profundidade para permitir o monitoramento da vazão em condições subsuperficiais. Utilizou-se solo de textura argilosa para preencher os recipientes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando-se dois modelos de gotejadores e dois níveis de sucção (-10 e -40 kPa) com dez repetições (gotejadores) em cada linha lateral. Utilizaram-se as pressões de 0,4, 0,6, 0,8, 1,0 e 1,2 bar (modelo 1) e pressões de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 (modelo 2) para confecção das curvas. No início de cada seção de trabalho, o sistema de irrigação foi ativado por um período de 30 minutos, o suficiente para provocar a saturação do solo nos recipientes e em seguida conectado a uma bomba de vácuo elétrica por 5 minutos conforme o nível de sucção pré-estabelecido.

**PALAVRA CHAVE:** Tubos gotejadores, vazão média, variação de pressão, uniformidade de distribuição de água.

### **INTRODUÇÃO**

Na irrigação localizada, a uniformidade de aplicação de água ao longo da linha lateral está intimamente relacionada à variação de vazão dos emissores, variação essa devida às perdas de carga ao longo do tubo e das inserções dos emissores, dos ganhos e perdas de energia de posição, da qualidade do tubo, das obstruções e efeitos da temperatura da água sobre o regime de escoamento e geometria do emissor (GOMES, 1999).

No dimensionamento de sistemas de irrigação localizada, deve-se considerar a variabilidade existente entre gotejadores, decorrente do processo de fabricação. Outro ponto importante é que o sistema pode apresentar distúrbios de vazão ao longo do tempo em função da qualidade de água e do manejo de irrigação utilizado (COELHO, 2007).

A uniformidade de distribuição de água em sistemas de irrigação localizada pode ser avaliada seguindo a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975) que consiste em caracterizar a vazão de quatro gotejadores em quatro linhas laterais dentro de uma parcela irrigada (subunidade do projeto de irrigação). No entanto, para sistemas de irrigação subsuperficiais a avaliação da vazão dos gotejadores para caracterizar a uniformidade de vazão torna-se complexa devido a necessidade de se fazer a retirada das linhas laterais que estão enterradas. Tal procedimento pode ocasionar mudanças que alteram a real condição a qual o sistema estava em campo.

Dessa forma, o presente projeto de pesquisa objetiva desenvolver um dispositivo de medição de vazão para gotejadores utilizados em sistema subsuperficial na cultura da cana-de-açúcar.

## OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo monitorar a vazão média de dois diferentes tubos gotejadores em irrigação localizada submetidos às variações de pressões em condições superficiais e subsuperficiais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi montado em uma casa de vegetação que foi construída com cobertura de filme plástico polietileno transparente, de 150 micras e laterais fechadas, com tela tipo sombrite com 30% de interceptação.

### Descrição das Unidades

#### Recipientes

A unidade experimental foi constituída por uma bancada de ensaios onde foram instalados 04 recipientes de PVC com dimensões em metros: 0,2 x 0,6 (D x C). Cada recipiente contém um gotejador a 0,20 m de profundidade dentro do dispositivo. Foram utilizados suportes para manter os recipientes apoiados em relação ao piso de forma a facilitar o manejo do experimento. Antes do enchimento dos recipientes foi realizada a amostragem de solo (0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade) para análise física e química do solo a ser utilizado. Foram utilizados dois modelos de tubos gotejadores, sendo que os recipientes foram acoplados aos gotejadores ao longo de duas linhas laterais.

Primeiramente foi realizada uma leitura de vazão para cada gotejador inserido em cada uma das linhas gotejadoras, para caracterizar o funcionamento dos mesmos. Foi acoplado à bancada de ensaios um reservatório (caixa d'água) para leitura de vazão. A água, após passar através dos gotejadores selecionados ao longo da linha lateral foi sendo recolhida pelo dispositivo de medição de vazão permitindo, assim, o monitoramento da vazão, caracterização hidráulica dos tubos gotejadores. A entrada das linhas gotejadoras foi instalada uma tomada de pressão, permitindo que a cada medição de vazão a pressão seja checada e, se necessário, ajustada àquela pré-estabelecida. Para a medição da pressão de serviço, à entrada da linha de emissores, foi utilizado um manômetro de bourdon com faixa de leitura de 0 – 7 Kgf cm<sup>-2</sup>. Durante todo o período do ensaio foi realizadas leituras de temperatura da água no reservatório de captação.

O procedimento para leitura individual da vazão dos gotejadores consiste da pressurização do sistema, posicionamento de recipientes (1 litro) sob os respectivos gotejadores com uma defasagem de 5 segundos, retirada sequencial dos recipientes após 5 minutos com defasagem de 5 segundos, medição do volume coletado e tabulação dos dados. Depois de tabulados os volumes, serão efetuados os cálculos da vazão, do coeficiente de variação de vazão e uniformidade de distribuição de água pelas equações 1 a 3.

$$q = \frac{V}{1000t} 60 \quad (1)$$

em que:

V – volume de água coletado, L;

t – tempo de coleta, min;

q – vazão do gotejador, L h<sup>-1</sup>.

$$CV_q = \frac{s}{q} 100 \quad (2)$$

em que:

CV<sub>q</sub> – coeficiente de variação de vazão, %;

s – desvio padrão da vazão dos gotejadores, L h<sup>-1</sup>;

–  
q – vazão média dos gotejadores, L h<sup>-1</sup>.

$$UD = \frac{q_{25\%}}{q_{m\acute{e}dia}} 100 \quad (3)$$

em que:

$UD$  – uniformidade de distribuição de água, %;

$q_{25\%}$  - vazão média de ¼ dos menores valores,  $L h^{-1}$ ;

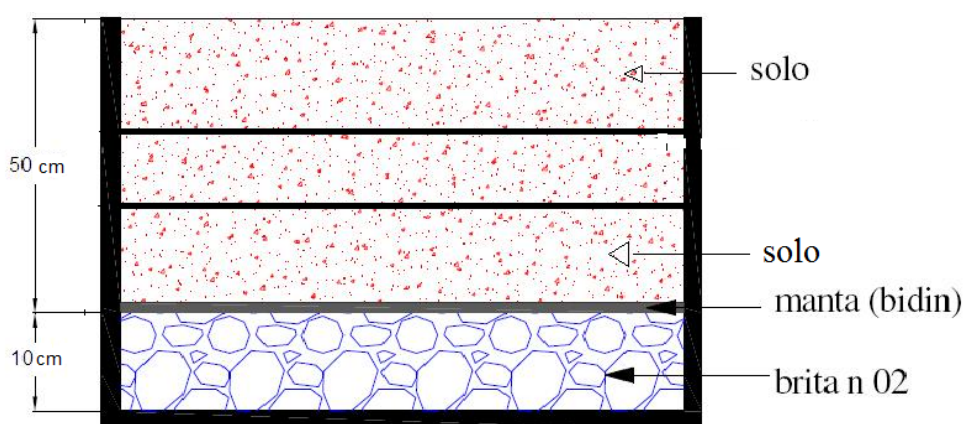
$q_{m\acute{e}dia}$  – vazão média,  $L h^{-1}$ .

Foi utilizado solo de textura argilosa para preencher os recipientes. O delineamento experimental será inteiramente casualizado, utilizando-se dois modelos de gotejadores e dois níveis de sucção (-10 e -40 kPa) com cinco repetições (gotejadores) em cada linha lateral. Será utilizado as pressões de 0,4, 0,6, 0,8, 1,0 e 1,2 bar (modelo 1) e pressões de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 (modelo 2) para confecção das curvas.

No início de cada seção de trabalho, o sistema de irrigação será ativado por um período de 30 minutos, o suficiente para provocar a saturação do solo nos recipientes e em seguida conectado a uma bomba de vácuo elétrica por 5 minutos conforme o nível de sucção pré-estabelecido.

### Material Suporte

O material suporte dos recipientes foi composto por uma camada de 10 cm de pedra n.2 de diâmetro médio de 10 mm, seguida respectivamente por uma subcamada de solo (50 cm). O solo foi separado por granulometria. Entre a pedra e a camada de solo foi colocada uma manta bidin para sustentação e impedimento da passagem do solo entre os interstícios da pedra, conforme mostrado na Figura 1,2, 3 e 4.



**Figura 1 – Esquema de montagem dos recipientes**



**Figura 2 – Recipiente com brita**



**Figura 3 – Recipiente com sol**



**Figura 4 – Manta bidin**



**Figura 5 – Experimento montado**

## **SISTEMA DE IRRIGAÇÃO**

O sistema de irrigação é composto por duas partes: dispositivo de fornecimento de água para a irrigação (caixa de água, bomba, interligação de tubos de PVC, etc.). O dispositivo de irrigação (registros, gotejadores, manômetro, etc.) são mostrados nas Figuras 6 e 7.

### **Características do dispositivo de fornecimento de água**

- caixa de água = 500 litros
- bomba= marca THEBE com 1.5 CV
- tubos de PVC =  $\frac{3}{4}$  polegadas marrom

### **Características do dispositivo de irrigação**

- registros de esfera =  $\frac{3}{4}$  polegadas em PVC
- Gotejadores = de fluxo turbulento com vazões de Plastro Hidrolite (HY) = 1,0 L/h, diâmetro de 22/15 mm, espaçados a 0,45 m e Naan Drip (NAAN) = 1,5 L/h, espaçados a 0,50 m, diâmetro de 17 mm a 100 kPa.
- Manômetro = Bourdon com faixa de leitura de 0 – 7 Kgf cm<sup>-2</sup>.

## Pressões Testadas

O manômetro de bourdon com faixa de leitura de 0 – 7 Kgf cm<sup>-2</sup> foi instalado na entrada da linha gotejadora. Foram testadas as pressões de 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 e 1,2 bar (modelo 1) e pressões de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 (modelo 2) para confecção das curvas.



Figura 6 - Modelos de tubos gotejadores



Figura 7 - Manômetro

## FUNCIONAMENTO DAS UNIDADES

A investigação experimental será realizada em duas etapas principais. Na primeira foi realizada a construção dos recipientes e do sistema de irrigação. Os recipientes foram montados em cima de uma bancada metálica. O sistema de irrigação foi testado para constatar se todos os dispositivos estão em perfeitas condições de funcionamento, de modo a se obter a melhor condição operacional, para a realização dos ensaios com variações de diferentes pressões. Na segunda etapa foram obtidos a curva vazão em função da pressão, coeficiente de variação de vazão e uniformidade de distribuição de água, para ambos os modelos de tubos gotejadores testados. A alimentação do sistema dispõe de bomba, com tubos de PVC de sucção e recalque para recalcar a água. O tubo de recalque possui registro de esfera com diâmetro de 3/4 (32 mm), que permite a operação adequada de distribuição de água. A água do reservatório bombeada tem entrada nas linhas gotejadoras, onde foi instalado uma tomada de pressão com manômetro de bourdon com faixa de leitura de 0 – 7 kgf cm<sup>-2</sup>, a 0,20 m de profundidade dentro do dispositivo. A água ao passar pelos gotejadores ao longo da linha lateral foi recolhida pelo dispositivo de medição de vazão para monitoramento da vazão, caracterização hidráulica dos tubos gotejadores. No experimento são utilizados dois modelos de tubos gotejadores acoplados nos recipientes em duas linhas laterais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início dos ensaios foram confeccionadas as curvas de vazão sem e com o dispositivo de medição de vazão. Nas Figuras 10 a e 10 b são mostradas as vazões médias dos dois modelos de tubos gotejadores ensaiados para diferentes valores de pressão em ordem crescente.

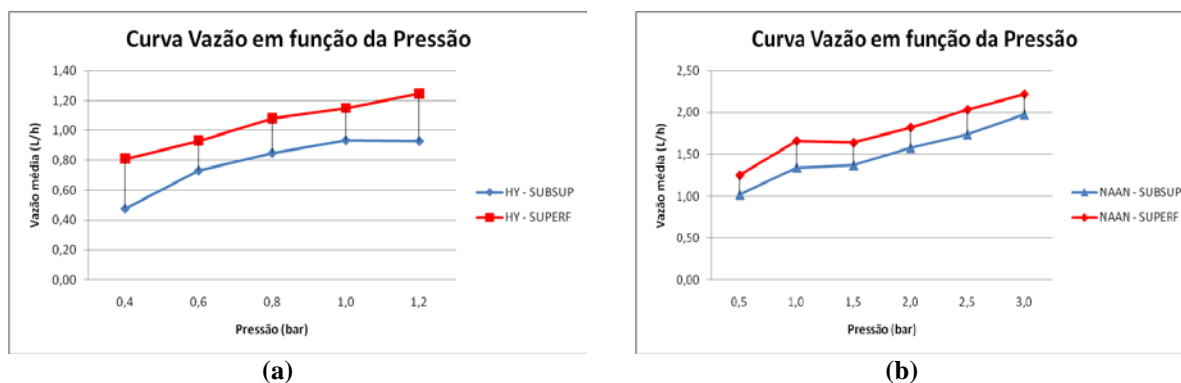
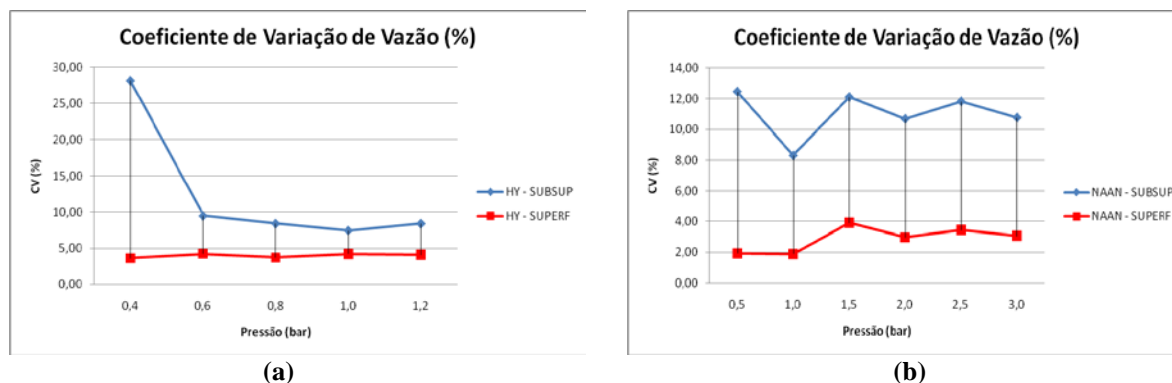


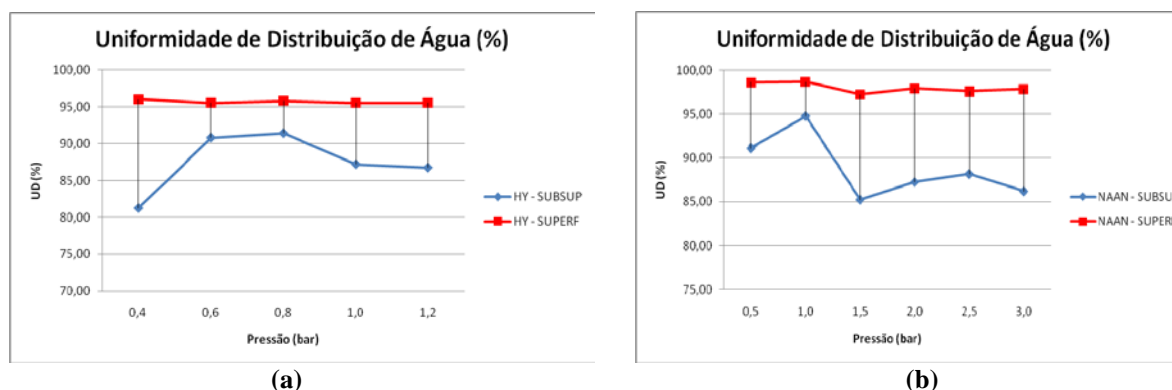
Figura 10 – Curvas vazão em função da pressão para o modelo 1 (a) e modelo 2 (b)

Observa-se pelas Figuras 10 a e 10 b que ambos os modelos de gotejadores ensaiados tem sua vazão mais próxima da vazão recomendada pelo fabricante (HY = 1,0 L/h e NAAN = 1,5 L/h) quando em situação superficial. A vazão de ambos os gotejadores reduziu em condições subsuperficiais comprometendo o funcionamento dos mesmos para um adequado manejo de irrigação, conforme a pressão de serviço recomendada pelos fabricantes (PS = 1,0 bar). Nas Figuras 11 a e 11 b são mostrados os coeficientes de variação de vazão dos dois modelos de tubos gotejadores ensaiados para diferentes valores de pressão em ordem crescente.



**Figura 11 – Coeficiente de variação de vazão para o modelo 1 (a) e modelo 2 (b)**

Em condições subsuperficiais ambos os modelos de gotejadores apresentaram coeficientes de variação de vazão (CV) superior à 10% para o menor valor de pressão ensaiado, mostrando que para baixas pressões esses emissores apresentam distúrbios de vazão ao longo da linha lateral. Para condição superficial os valores de CV foram excelentes para toda a faixa de pressão ensaiada. Nas Figuras 12 a e 12 b são mostrados os coeficientes de uniformidade de distribuição de água dos dois modelos de tubos gotejadores ensaiados para diferentes valores de pressão em ordem crescente.



**Figura 12 – Uniformidade de distribuição de água para o modelo 1(a) e modelo 2 (b)**

Para o modelo 1 de tubo gotejador operado em condições superficiais a variação da pressão não alterou a uniformidade de distribuição de água (%) permaneceu em 95%, enquanto que para condições subsuperficiais a porcentagem de uniformidade de distribuição de água caiu para todas as pressões ensaiadas ficando em média de 86%. Para o tubo gotejador de modelo 2 observa-se que para condições superficiais a uniformidade de distribuição tem um pequeno aumento em comparação com o modelo 1 permanecendo em média de 97%. Já para condições subsuperficiais ocorrem oscilações significativas com as variações das pressões ensaiadas.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na primeira etapa do trabalho experimental mostraram que para condições superficiais houve uma adequada manutenção da vazão em função do aumento de pressão, apresentando um comportamento autocompensante. Já para condição subsuperficial a variação de pressão de serviço alterou drasticamente a vazão, comprometendo o adequado funcionamento de ambos os modelos de gotejadores para a pressão de serviço recomendada pelo fabricante. Assim sendo, pode-se concluir que a vazão média dos gotejadores reduziu em condições subsuperficiais, enquanto que em situação superficial o comportamento hidráulico foi excelente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COELHO, R. D.; Contribuições para a irrigação pressurizada no Brasil. 2007. 192p. Livre-Docência Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
2. GOMES, H. P. Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento. 3. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 412p.
3. FRIZZONE, J. A.; VIEIRA, A. T.; PAZ, V. P. S.; BOTREL, T. A. Caracterização hidráulica de um tubo gotejador. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.2, n.3, p.278-283, 1988.