

## CONSTRUÇÃO DE BANCADA DE ENSAIOS E AVALIAÇÃO DE TUBOS VENTURI

BRUNO J. SOUZA<sup>1</sup>, MARINALDO F. PINTO<sup>2</sup>, LEONARDO D. B. SILVA<sup>3</sup>, CONAN A. SALVADOR<sup>2</sup>, DINARA G. ALVES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando, Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, UFRRJ/Seropédica – RJ, (21) 999662034, brunoj.s@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto Dr., UFRRJ/Seropédica – RJ, mfpufrj@yahoo.com.br; conanayade@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Engenheiro Agrícola, Prof. Associado Dr., UFRRJ/Seropédica – RJ, monitoreaambiental@gmail.com

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, Pós-Doutoranda, CAPES/PNPD UFRRJ/Seropédica - RJ, dinara\_alves@hotmail.com

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** O tubo Venturi é um dos instrumentos mais utilizados para a mensuração de vazão em tubulação, além de ser autolimpante podendo medir a vazão de fluidos com presença de sedimentos. O dispositivo contém uma seção de escoamento reduzida onde a carga piezométrica é transformada em carga cinética. Medindo a queda de pressão por manômetro diferencial se calcula a velocidade de escoamento e a vazão da tubulação. A velocidade do fluido no seu interior é aumentada na seção estrangulada, podendo provocar pressão efetiva negativa. O trabalho teve como objetivo construir uma bancada de ensaios hidráulicos com tubulações de 2 polegadas e avaliar e calibrar tubos Venturi. As atividades foram desenvolvidas no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde foram ensaiados três tubos Venturi distintos. Utilizou-se uma bomba centrífuga com potência de 5,0 CV. As variações de pressão correspondentes das variações de vazão foram monitoradas, obtendo-se a curva de calibração dos Venturi. Essas curvas foram analisadas e o modelo linear foi o que melhor se ajustou aos valores observados.

**PALAVRAS-CHAVE:** hidráulica; diferencial de pressão; vazão.

## CONSTRUCTION OF TEST BENCH AND EVALUATION OF VENTURI TUBES

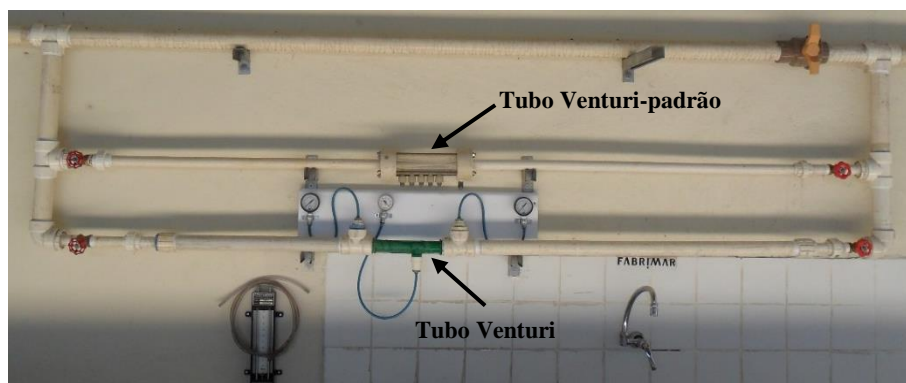
**ABSTRACT:** The Venturi tube is one of the most used instruments for the measurement of flow in pipes, besides being a self-cleaning instrument that can to measure the flow rate of fluids with the presence of sediments. The device contains a reduced flow section where the piezometric charge is converted into kinetic charge. Measuring the pressure drop by differential manometer calculates the flow velocity and the flow rate of the pipe. The fluid velocity inside it is increased in the strangulated section, which can cause negative pressure. The aim of this work was to construct a bench of hydraulic tests with pipes of 2 inch and to evaluate and calibrate Venturi tubes. The activities were developed in the Hydraulic Laboratory of the Department of Engineering of the Universidade

Federal Rural do Rio de Janeiro, where three different Venturi tubes were tested. A centrifugal pump with a power of 5.0 HP was used. The corresponding pressure variations of the flow variations were monitored, obtaining the Venturi calibration curve. These curves were analyzed and the linear model was the one that best fit for observed values.

**KEY WORDS:** hydraulics; pressure differential; flow rate.

**INTRODUÇÃO:** O medidor Venturi é um instrumento inventado por Clemens Herschel em 1881, que recebeu o nome do filósofo italiano Venturi pelo fato de ter sido o primeiro hidráulico a experimentar tubos divergentes (AZEVEDO NETTO, 1998). Esse medidor se constitui em um dos métodos mais utilizados para a medição de vazão em tubos, podendo ser mais preciso em relação a orifícios e bocais, por apresentar menor perda de carga, devido à sua recuperação de pressão. O tubo Venturi tem a característica de ser autolimpante, o que impede a acumulação de partículas sólidas, o que proporciona a medição de vazão de fluidos com grande quantidade de sedimentos (FOX; MCDONALD, 1995). O aparelho compreende três seções principais: uma peça convergente, outra divergente (difusor) e uma seção intermediária a qual é denominada de garganta e seu diâmetro está compreendido entre  $\frac{1}{4}$  e  $\frac{3}{4}$  do diâmetro da tubulação (AZEVEDO NETTO, 1998). O tubo Venturi, através da redução da seção de escoamento da tubulação, transforma a carga piezométrica em carga cinética, aumentando a velocidade da água na seção estrangulada provocando uma pressão efetiva negativa (vácuo) (FEITOSA FILHO, 1998). Medindo-se essa queda de pressão através de um manômetro diferencial pode-se calcular a velocidade de escoamento e, conseqüentemente, a vazão da tubulação (PERES, 2011). O dispositivo destaca-se também como injetor de fertilizante. O conhecimento das características hidráulicas deste equipamento torna-se necessário, para que a prática desta técnica seja bem executada. Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo a construção de uma bancada hidráulica de ensaios de avaliação e calibração de tubos Venturi de diferentes diâmetros e com distintas capacidades de injeção.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A bancada hidráulica foi montada no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia, pertencente ao Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). A bancada é constituída por tubulações de 2 polegadas de diâmetro. A água foi recalçada em diferentes vazões por um sistema de bombeamento que utilizava uma bomba centrífuga da marca WEG com potência de 5,0 CV, um medidor eletromagnético de vazão da marca KROHNE instalado logo após a bomba e um tubo Venturi fixo, previamente calibrado construído em acrílico transparente para que o escoamento pudesse ser observado facilitando a realização de ensaios laboratoriais. Esse tubo Venturi fixo foi denominado “tubo Venturi-padrão”. Três tubos Venturi foram instalados e ensaiados (um por vez) em paralelo com o tubo Venturi-padrão. O ajuste das pressões de alimentação do sistema foi realizado por meio de uma válvula de gaveta e monitorado utilizando um manômetro instalado logo após a bomba hidráulica. Para medir os diferenciais de pressão foram utilizados dois manômetros, um na entrada e outro na saída dos tubos Venturi. Com relação aos diferenciais de pressão aplicados nos tubos Venturi, os mesmos foram ajustados utilizando-se válvulas de gaveta instaladas à montante e à jusante dos respectivos manômetros. Para a obtenção da curva de calibração dos tubos Venturi foram utilizados os diferenciais de pressão e a vazão correspondente a cada variação de pressão. A Figura 1 ilustra o trecho da bancada onde os tubos Venturi foram instalados e ensaiados.



**FIGURA 1.** Vista frontal da bancada hidráulica de ensaio.

A Tabela 1 apresenta as características dos tubos Venturi ensaiados e do tubo Venturi-padrão.

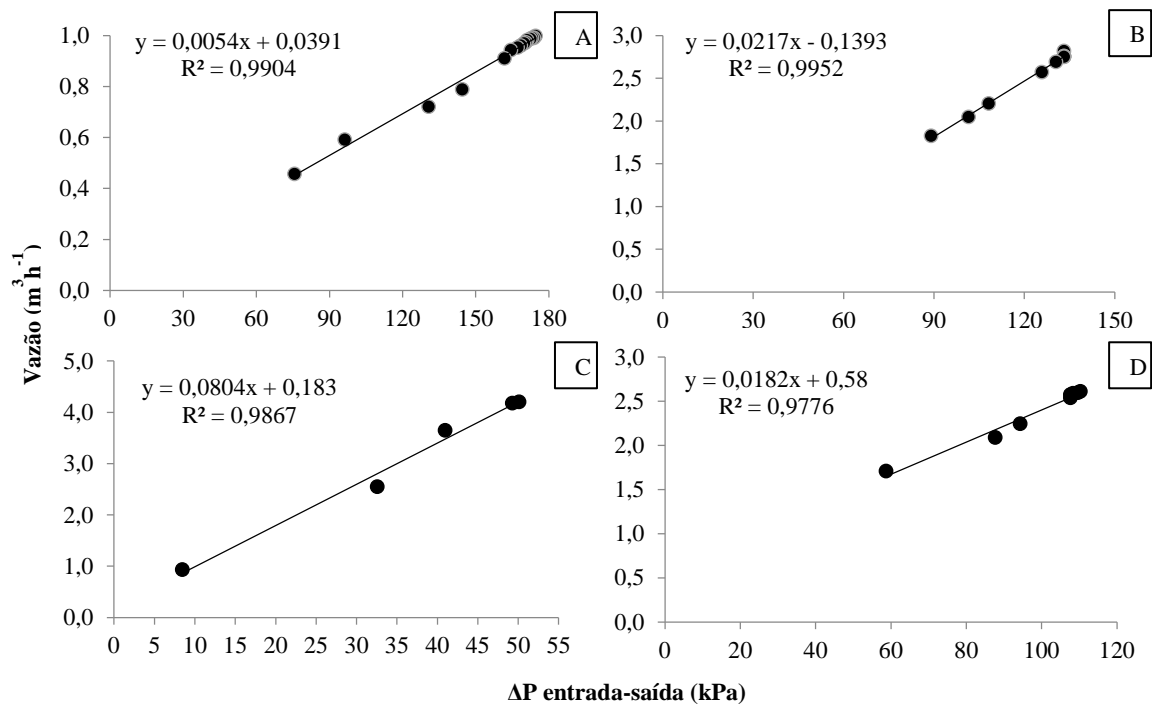
**TABELA 1.** Características dos tubos Venturi avaliados.

Venturi	Diâmetro de entrada e saída (mm)	Diâmetro da garganta (mm)	Comprimento total (mm)
1	19,5	4	100
2	25,4	7	180
3	38,1	11	230
Tubo Venturi-padrão	27,8	7	180

Durante os ensaios foram utilizadas diferentes pressões de alimentação do sistema para os diferentes tubos Venturi. Para o Venturi 1 e 2 utilizou-se a pressão de alimentação de 196 kPa, para o Venturi 3 de 343 kPa. Para o tubo Venturi-padrão utilizou-se a pressão de alimentação de 196 kPa.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Com os valores obtidos das aferições da diferença de pressão entre a entrada e a saída de cada tubo Venturi, juntamente com a vazão para cada diferencial de pressão, foi possível encontrar a curva de calibração para cada tubo Venturi que pode ser visualizada na Figura 2. Verificou-se que o coeficiente de determinação da curva de calibração variou de 97 a 99% cujos valores são considerados elevados. Ressalta-se que o menor valor de coeficiente de correlação foi observado no tubo Venturi-padrão construído especificamente para realização de estudos laboratoriais. O maior valor de coeficiente de determinação foi observado no tubo Venturi 1 que possui menor dimensões que os demais tubos Venturi analisados. A bancada hidráulica construída para a elaboração deste trabalho, com o objetivo de realizar avaliação e calibração de tubos Venturi, continua instalada no Laboratório de Hidráulica do Departamento de Engenharia, pertencente ao Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde é utilizada como apoio às aulas práticas ministradas pelos docentes da área de Recursos Hídricos.

**CONCLUSÃO:** O modelo linear foi o que melhor se ajustou as curvas diferencial de pressão e vazão com valores elevados de coeficientes de determinação em todos os tubos Venturi analisados. A bancada de ensaios de tubos Venturi construída está sendo utilizada para aulas práticas oferecidas aos alunos de graduação de diferentes cursos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro proporcionando maior aprendizagem para os discentes.



**FIGURA 2.** Valores de vazão versus diferencial de pressão entre a entrada e a saída do tubo Venturi ( $\Delta P$  entrada-saída). A: Venturi 1; B: Venturi 2; C: Venturi 3; D: Venturi-padrão.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J.M.; FERNANDEZ, M.F.; ARAÚJO, R.; ITO, A.E. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 669 p.

FEITOSA FILHO, José C. **Otimização hidráulica e manejo de injetores tipo Venturi duplo para fins de quimigação**. Piracicaba, 1998. 164p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

FOX, R. W.; MCDONALD, A. T. **Introdução à mecânica dos fluidos**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995, 662 p.

PERES, J. G. **Hidráulica Agrícola**. Piracicaba-SP, 2011. 374 p.