

Eixo Temático ET-11-002 - Outros

## **DESENVOLVIMENTO DE PAINEL HIDRÁULICO COM MATERIAIS TECNOLÓGICOS DE BAIXO CUSTO: OBTENÇÃO DE MEDIDAS DE VAZÃO E PERDA DE CARGA**

Johnny Wander Firmino Ferreira<sup>1</sup>, Emanuele Diógenes Guerra<sup>2</sup>; Fernanda Gabriella Liberato Santos<sup>3</sup>; Luiz Gonzaga de Souza Cabral<sup>4</sup>; Gustavo Severino Heleno da Silva<sup>5</sup>

Centro Universitário Tabosa de Almeida - ASCES/UNITA. E-mail: [ascres@ascres.edu.br](mailto:ascres@ascres.edu.br).

<sup>1</sup>E-mail: [johnny.wander@yahoo.com.br](mailto:johnny.wander@yahoo.com.br). <sup>2</sup>E-mail: [manu\\_diogenes@hotmail.com](mailto:manu_diogenes@hotmail.com). <sup>3</sup>E-mail: [fliberatto@gmail.com](mailto:fliberatto@gmail.com). <sup>4</sup>E-mail: [luizcabral@ascres.edu.br](mailto:luizcabral@ascres.edu.br). <sup>5</sup>E-mail: [enggustavosilva5@gmail.com](mailto:enggustavosilva5@gmail.com).

### **RESUMO**

Aquecedores solares, residências e projetos de irrigação utilizam tubulações de pequeno diâmetro e vazão. Seu dimensionamento requer o tabelamento das perdas de carga e comprimentos equivalentes de dispositivos hidráulicos. As tabelas de perda de carga disponíveis para PVC ou metais são constituídas para tubulações a partir de ¾" e vazões iguais ou superiores a 0,5 m<sup>3</sup>/h. Este trabalho teve como finalidade desenvolver um painel hidráulico, construído com dispositivos usuais nas edificações e instalações industriais (materiais de baixo custo) para o estudo de procedimentos operacionais, avaliando a perda de carga em diversas vazões e confrontando os resultados obtidos com as previsões. O projeto foi realizado também para que os alunos da própria instituição de ensino pudessem aplicar na prática os estudos teóricos de disciplinas, como, fenômenos de transporte e hidráulica. Assim, é possível preencher a tabela de perda de carga nos canos de 20 mm e 25 mm, tendo em vista que no de 20 mm não há quantidade consistente de informações nos tabelamentos usuais.

**Palavras-chave:** Painel hidráulico; PVC; Perda de carga.

### **INTRODUÇÃO**

Aquecedores solares, residências e projetos de irrigação utilizam tubulações de pequeno diâmetro e vazão. Seu dimensionamento requer o tabelamento das perdas de carga e comprimentos equivalentes de dispositivos hidráulicos. A determinação de perdas de carga admite o princípio da continuidade estabelecendo que em tubulações hidráulicas, transportando fluidos incompressíveis existe conservação da vazão. Não havendo vazamentos ao longo da estrutura da tubulação o volume de líquido por unidade de tempo que inicia o escoamento permanecerá constante ao longo do mesmo. Significa que quando ocorre restrição da área de escoamento deve aumentar proporcionalmente a velocidade de modo ao produto desses dois elementos (vazão e velocidade) permanecer constante.

Nos procedimentos de determinação da pressão a linha de escoamento em que ocorrem as medidas deve ser posicionada horizontalmente desconsiderando-se a influência da quota na pressão devido à componente proporcionada pela ação da gravidade inicialmente percebida por Torricelli. A perda de carga é a variação da pressão estática entre dois pontos colocados no mesmo nível determinada por dois manômetros colocados nas extremidades. As perdas de carga uma vez determinadas para certo comprimento de uma tubulação horizontal podem ser usadas para calcular, considerada a proporção direta, valores para comprimentos maiores e para situações verticais ou inclinadas.

As tabelas de perda de carga disponíveis para PVC ou metais são constituídas para tubulações a partir de ¾" e vazões a iguais ou superiores a 0,5 m<sup>3</sup>/h. A falta de informações para tubulações e vazões menores leva a improvisações no dimensionamento de aquecedores solares, instalações hidrosanitárias de pequenas habitações e pequenos projetos de irrigação. Nesse caso adotam-se especificações da tradição de instalações existentes e de uso consagrado pela

repetição. Eventualmente algumas dessas recomendações podem não ser adequadas considerando-se a falta de um estudo rigoroso que teste sua validade.

Os painéis de hidráulica convencionais abordam aspectos pontuais que trata de medidores de velocidade e vazão usando manômetro diferencial. Em geral o tanque de água é uma caixa metálica e o sistema de bombeamento está oculto o que não possibilita ao aprendiz entender exatamente o que está acontecendo. Alguns dispositivos usados não são aqueles facilmente identificáveis em instalações reais.

Há uma relação direta entre observação e interpretação teórica que vai determinar no caso da hidráulica aplicada o norteamento dos procedimentos e a previsão dos resultados a cotejar de forma precedente à determinação experimental. A pesquisa, nesse caso, não se refere a descoberta, mas a forma mais adequada e convincente de comprovar um resultado já obtido por outro método ou em outro conjunto experimental. A tônica desse empreendimento é a possibilidade de atingir resultados consistentes com materiais mais simples e mais próximos da realidade tangível.

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um painel hidráulico com materiais tecnológicos de baixo custo, desenvolver procedimentos operacionais para o painel hidráulico, estabelecendo relações entre as medidas e as previsões, avaliando resultados e confrontando-os com as hipóteses. Esse painel é utilizado em estudos de fenômenos de transporte e hidráulica dos cursos de engenharia da instituição envolvida.

## OBJETIVO

Produzir um painel hidráulico com materiais tecnológicos de baixo custo para obter medidas de perdas de carga em diferentes vazões.

## METODOLOGIA

O painel hidráulico foi construído com materiais e dispositivos de baixo custo, usuais nas edificações e instalações industriais, materiais como joelhos, canos de PVC, conexões, entre outros. A Figura 1 mostra a o painel hidráulico e sua constituição.



**Figura 1.** Painel hidráulico construído com materiais tecnológicos. Fonte: Próprio autor.

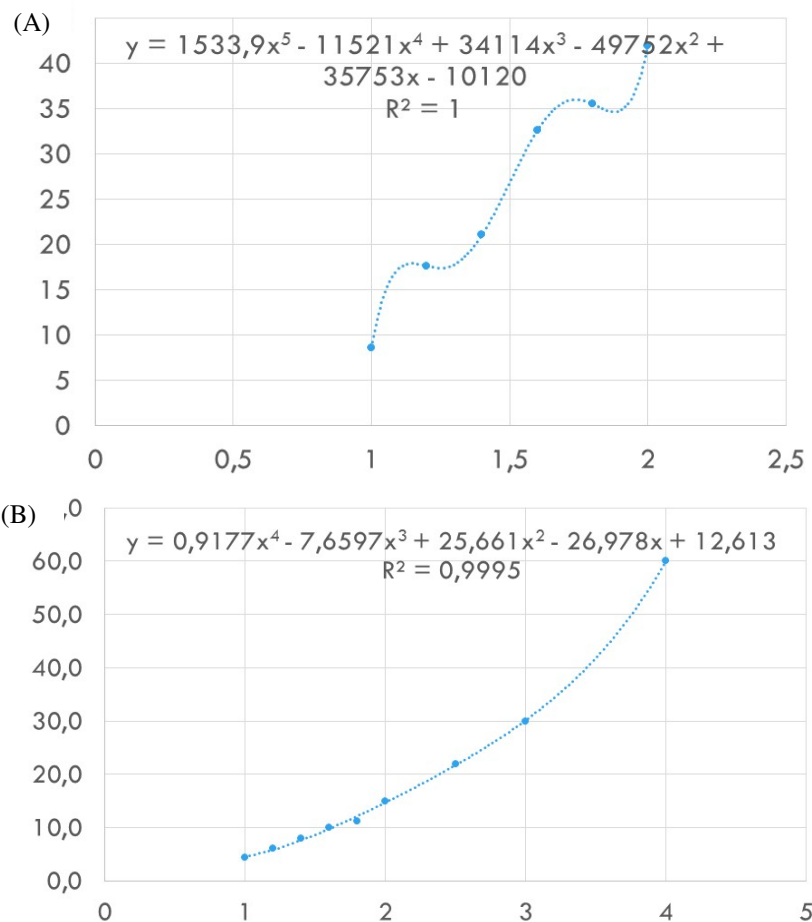
As medidas de perda de carga em tubulações foram realizadas no comprimento disponível no painel e estendidas para o comprimento de cem metros, padrão das tabelas formais, mediante manômetros em “U” usando água como fluido manométrico. Essa extensão não é método de grande precisão e a comparação com os valores oficiais deveria ser empreendida, respeitados os mesmos comprimentos lá utilizados. É previsível uma certa

inconsistência em alguns resultados. Para corroborar, os resultados são cotejados com valores obtidos com fórmulas empíricas e tabulados conforme princípios da Estatística. A Tabulação ocorreu para dispositivos hidráulicos nas medidas 20, 25, 32, 40, 50 e 60mm.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fenômenos de Transporte e Hidráulica são disciplinas de formação básica que enseja o estudo de fenômenos de transferência de energia, massa e quantidade de movimento. Há dificuldades de alguns estudantes compreenderem a importância dos temas no início do curso. A experimentação no painel de hidráulica cria as necessárias empatias que ensejam o aprendizado. A construção do painel foi feita no laboratório das instalações do Centro Universitário, os materiais utilizados foram reciclados ou comprados a baixo custo.

O estudo apresentou dificuldades em definir a rotina consistente para medidas de pressão estática com dispositivos usuais disponíveis no mercado de modo a garantir o funcionamento por longo prazo do painel. Usamos o método de realizar medidas em tubulações com diâmetros e vazões usualmente tabelados para comparar com os obtidos. No caso de valores não tabelados usamos métodos de regressão numérica para a previsão com base nos números encontrados em tabelas dos fabricantes. Em cada diâmetro identificou-se a fórmula de previsão com melhor coeficiente de correlação. Esse procedimento foi realizado em todos os diâmetros em estudo, os que apresentaram melhores resultados foram os de 20 mm e de 25 mm (Gráfico 1).



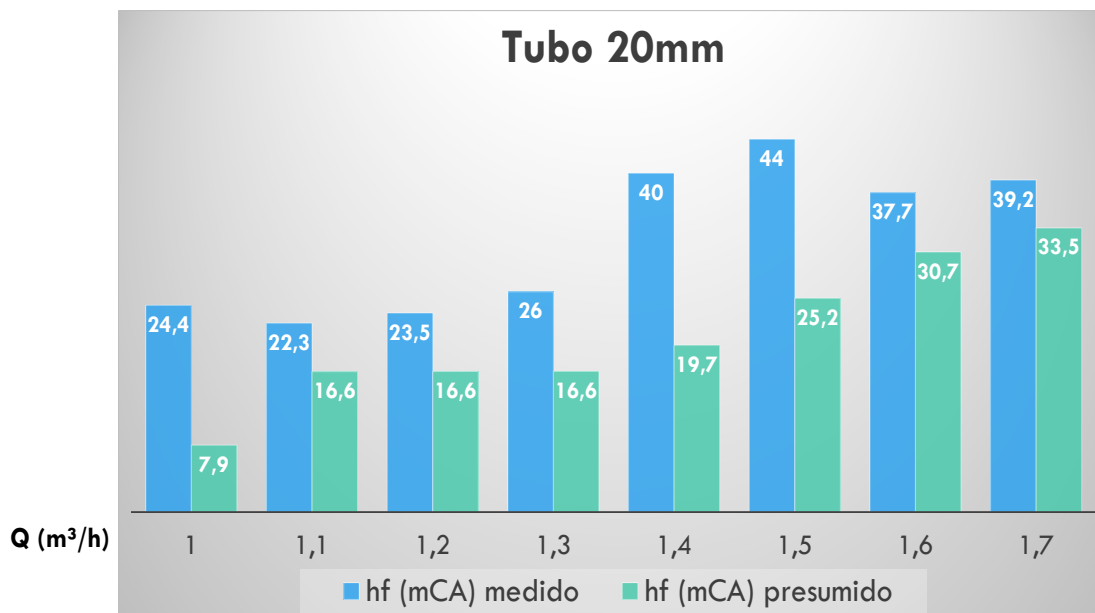
**Gráfico 1.** Equação empírica dos canos de PVC, 20 mm (A) e 25 mm (B)

A partir dessas equações foi possível calcular e obter as perdas de carga em cada vazão, no painel hidráulico construído com materiais tecnológicos. A Tabela 1 mostra as perdas de carga obtidas nos canos de diâmetros 20 e 25mm.

**Tabela 1.** Perda de carga para Tubulação de PVC (mCA/100 m).

| Bitola (mm)               | 20          | 25                     |
|---------------------------|-------------|------------------------|
| Diâmetro Interno (pol)    | 1/2         | 3/4                    |
| Vazão (m <sup>3</sup> /h) | H (m/100 m) | H (m/100 m)            |
| 1,0                       | 8,5         | 4,7                    |
| 1,1                       | 20,8        | 5,2                    |
| 1,2                       | 22,7        | 6,5                    |
| 1,3                       | 31,5        | 6,9                    |
| 1,4                       | 30,8        | 7,9                    |
| 1,5                       | 33,5        | 9,4                    |
| 1,6                       | 38,5        | 10,1                   |
| 1,7                       | 44,6        | 11,5                   |
| 1,8                       | 51,2        | 12,2                   |
| 1,9                       | 56,9        | 13,6                   |
| 2,0                       | 60,0        | 15,3                   |
| 2,1                       | 66,2        | 15,7                   |
|                           |             | VALORES AINDA EM TESTE |
|                           |             | VALORES CONFIRMADOS    |

Se compararmos os valores obtidos com os valores já tabelados, podemos perceber que há uma mínima disparidade entre eles (Gráfico 2 e 3).



**Gráfico 2.** Perdas de carga medidas e presumidas no tubo de PVC, 20 mm.

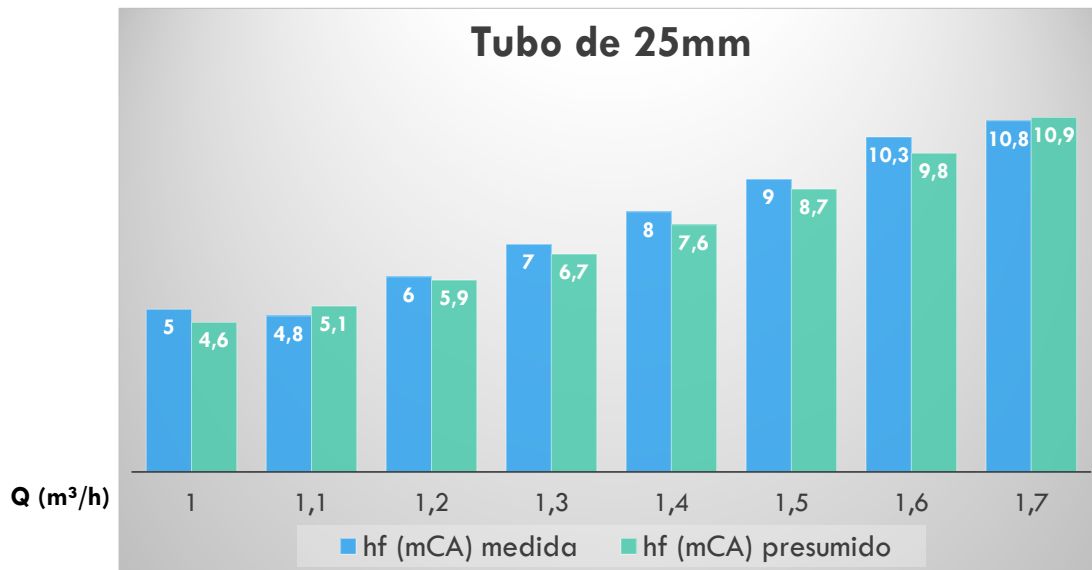


Gráfico 3. Perdas de carga medidas e presumidas no tubo de PVC, 25 mm.

Ressalta-se a importância do estudo proposto neste projeto tendo em vista o grau de empirismo que se constata em várias instalações inclusive aquelas organizadas em programas governamentais (MAUREN e TRABACHINI, 2014).

### CONCLUSÕES

No painel montado todas as peças podem ser reconhecidas em instalações convencionais. Aspectos de contextualização serão vivenciados nos trabalhos com o painel de hidráulica pois a todo o momento os aprendizes reconhecerão dispositivos facilmente identificáveis em residências, na faculdade e em empresas. Os alunos da instituição de ensino envolvida, estarão habituados com as peças e sistemas estudados quando entrarem no exercício profissional.

As sérias e imensamente complexas questões ambientais, que não podem ser resolvidas sem o adequado equacionamento das questões térmicas, e também à necessidade que o engenheiro tem de entender minimamente a Física por trás da tecnologia utilizada no dia a dia. De acordo com Michels *et al.* (2014), as dificuldades encontradas no ensino das ciências dos materiais e em alguns ramos da educação é a falta de prática e interação com os fenômenos de ensino.

### REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. L. T.; ALLEN, R. G.; WELLS, R. D. PUMPCOM - um modelo para combinação de curvas para combinação de curvas e análise do desempenho de bombas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 403-410, 2001.
- CASSIOLATO, C.; ORELLANA E. **Medição de vazão**. Disponível em: <<http://www.smar.com/newsletter/marketing/index40.html>>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- FILHO, D. O.; SAMPAIO, R. P.; MORAES, M. J. et al. Metodologia de diagnóstico energético em estação de captação de água. **Rev. bras. Eng. Agríc. Ambient.**, v.15, n. 10, 2011.
- FOX, R. W.; MCDONALD, A. T.; PRITCHARD, P. J. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 6. ed. Rio Janeiro: LTC, 2006.
- MAUREN, E. S.; TRABACHINI, A. **Perda de carga em condutos forçados**, 2014. MICHELS, L.; BOEIRA; GRUBER, V.; SCHAEFFER, L.; RODERVAL, M.; CASAGRANDE, L. C.; OLIVEIRA, J.; TOCCHETTO, E. **Prensa hidráulica remota como ferramenta didática no ensino de conceitos sobre materiais**. 2013. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/ldtm/publicacoes/Artigo%20-%20Prensa%20didática.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

NADER, P.T.G.; FRACASSO, E.S. et al. Calibração de medidores de vazão de biogás com finalidade à venda de créditos de carbono. I CIMMEC, Rio de Janeiro, 2008.

NEVES, E. Z. V. **Da teoria à prática**: uma ponte a ser construída desde a formação inicial. Trabalho de Graduação, João Pessoa, 2011.

OLIVEIRA, M. C. R.; SALAZAR, D. M. Experimentação didática no ensino de Química numa perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - IX ENPEC, Águas de Lindóia, SP, 10 a 14 de novembro de 2013.

POLITP, B.M. Perda de Carga. Disponível em:  
<[http://dgst.cbmerj.rj.gov.br/documentos/Aula%20CEPrevI%202012\\_05\\_17c.pdf](http://dgst.cbmerj.rj.gov.br/documentos/Aula%20CEPrevI%202012_05_17c.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2016.

SCHNEIDER, P. S. Medição de pressão em fluidos. Apostila da disciplina de Medições Térmicas. Porto Alegre: Departamento de Engenharia Mecânica, UFRGS, 2007.