

VIABILIDADE DO SENSORIAMENTO ELETRÔNICO DE BAIXO CUSTO NO MONITORAMENTO HIDRÁULICO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

DORNELES, LIDIANE BASTOS¹;
CARDOSO, SAMUEL DOS SANTOS²;
CECCONELLO, SAMANTA TOLENTINO³;
SÁ, JOCELITO SACCOL DE⁴

¹*Instituto Federal Sul-rio-grandense – lidiane.bdorneles@gmail.com*

²*Instituto Federal Sul-rio-grandense – samuel.ifsul.ee@gmail.com*

³*Instituto Federal Sul-rio-grandense – satolentino@pelotas.ifsul.edu.br*

⁴*Instituto Federal Sul-rio-grandense – jocelito@pelotas.ifsul.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos tempos vem se percebendo na educação, uma dificuldade de contextualização no ensino de ciências, problema este identificado já no ensino básico e que se estende até a graduação. Segundo HAAG et al. (2005) o uso de experimentos envolvendo tecnologia tem-se mostrado cada vez mais promissor no campo do ensino, principalmente para o uso em laboratório, pois dá ao professor uma opção de ferramenta didática para o ensino, para o aluno uma oportunidade de envolver-se diretamente com seu experimento. Bancadas didáticas de ensaios, são equipamentos indispensáveis em atividades educacionais relativas ao estudo de bombas e instalações hidráulicas, porém os altos preços destes equipamentos podem, por vezes, serem de difícil acesso às instituições de ensino público (DA ROCHA; GUADAGNINI, 2013). Além dos altos preços impostos às ferramentas tecnológicas para usos didáticos em laboratórios, diversos equipamentos permitem apenas que sejam operados sem que o aluno saiba como foram montados e como realmente funcionam (DE CASTRO, 2016).

Atualmente existem plataformas de código e hardware aberto que possibilitam o desenvolvimento de protótipos e também de sistemas completos, com os mais diversos propósitos. Uma dessas plataformas é o Arduino, que oferece um sistema de hardware e software livre, cujo objetivo é fornecer uma plataforma acessível, flexível e de baixo custo (JACQUET, 2010).

Ao perceber-se o custo envolvido e a carência do uso da tecnologia como ferramenta de ensino, principalmente para disciplinas que envolvam mecânica dos fluidos, buscou-se com esse trabalho realizar o estudo da viabilidade técnica do uso de sensores analógicos-digitais e plataforma de prototipação no estudo do comportamento hidráulico de bombas centrífugas associadas em série e em paralelo em uma bancada didática.

2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Laboratório de Hidrodinâmica Ambiental do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSUL), Campus Pelotas, em uma bancada constituída por uma estrutura de aço tubular; tubos, conexões de PVC de 25 mm de diâmetro; duas bombas centrífugas do modelo Schneider BCR-2000-0.25 M60-220, vazão mínima 13,33 L min⁻¹ e máxima 58,33 L min⁻¹; pressão máxima sem

vazão 16 m.c.a; abertura para Sucção $\frac{3}{4}$ "; abertura para Recalque $\frac{3}{4}$ "; e rotação de 3500 RPM.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada a placa arduino modelo MEGA 2560 como circuito multiprocessado, por possuir maior número de entradas e saídas digitais e analógicas e permitir converter as respostas elétricas dos sensores de pressão e vazão e apresentar os valores em display de LCD ou no computador através do programa PLX-DAQ.

Para medição de pressão utilizou-se o sensor de pressão diferencial modelo MPX5700DP, que permite medições de pressão entre 0 e 700 KPa, através de deformação, sofrida pela entrada de fluido nos canais P1 e P2 do sensor, da película de silício localizada no interior do sensor.

Para a medição de vazão foi escolhido o sensor de efeito Hall modelo YF-S201, que permite medições de vazão de 0 até 120 L min⁻¹. A leitura de vazão é determinada por uma equação que relaciona o número de pulsos de tensão originados pelo sensor e um fator de calibração.

Os dados foram coletados com apenas uma bomba funcionando por vez, com as bombas associadas em série e com as bombas associadas em paralelo. Já a calibração do sensor de vazão foi realizada pelo método volumétrico, onde durante as medições foram verificados o volume do fluido em determinado tempo e a contagem de pulsos correspondente. Se obteve os dados de volume coletando a água em um balde, vindo diretamente do reservatório da bancada, que passava pelo medidor de vazão de efeito Hall. Foram contabilizados o tempo, a contagem de pulsos e a pesagem, em uma balança, da água contida no recipiente.

Já o sensor de pressão diferencial a calibração foi feita através da comparação entre os valores de pressão de referência, obtidos pela leitura em um manômetro padrão e uma Bomba Calibrativa da marca Polimed e modelo A0039, com os valores de tensão elétrica providos por este sensor. Os resultados foram plotados em curvas características em tempo real de pressão versus vazão, obtidas com auxílio do programa PLX-DAQ.

Os resultados obtidos pelos sensores de pressão e vazão foram comparados com os valores calculados de acordo com as relações matemáticas de associação de bombas em série e em paralelo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando analisados o custo envolvido na parte de implementação de sensoramento da bancada constatou-se um gasto de 180 reais, esse valor engloba os custos com a obtenção dos sensores de pressão e vazão e da placa de prototipação Arduino, o que demonstrou em um valor de aquisição econômico. Foram obtidos através da calibração dos sensores de pressão e vazão o desvio padrão. Para o sensor de vazão obteve-se um erro quadrático médio de mais ou menos 0,227 l/min e para o sensor de pressão obteve-se um erro quadrático médio de mais ou menos 0,08 mca. Nas equações 1 e 2 constam, as equações de calibração dos sensores de pressão e de vazão, respectivamente.

$$P = 15,612 * V_{out} - 3,3316 \quad (1)$$

onde, P é a pressão hidrostática (m.c.a.) e v_{out} é a tensão elétrica (mV) emitida pelo sensor de pressão;

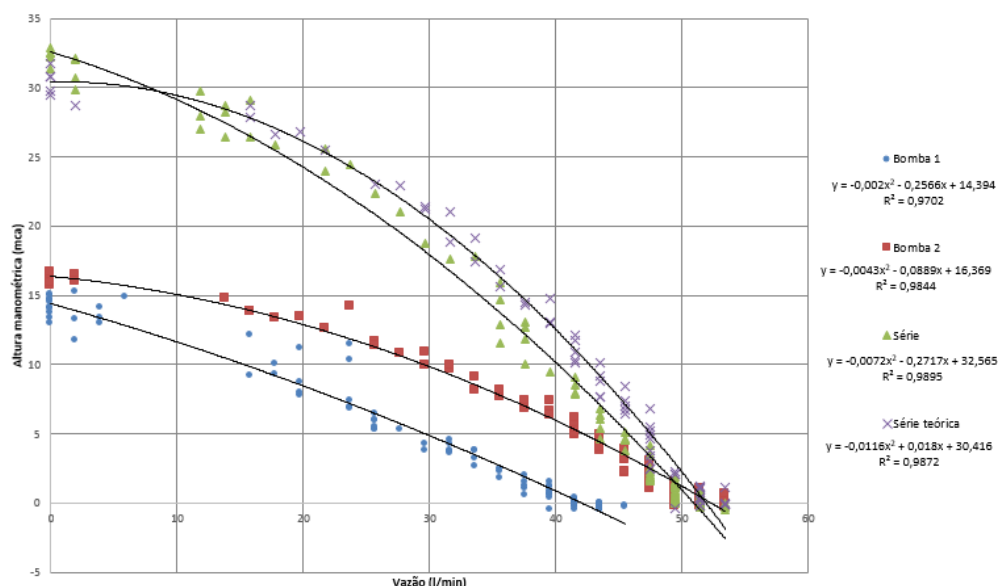
$$Q = 1,9389 * \text{contaPulso} \quad (2)$$

onde, Q é a vazão (l/min) e conta Pulso o valor correspondente ao pulso elétrico em função da velocidade da água na tubulação.

Após calibração dos sensores, os dados dos sensores de pressão e vazão foram transferidos em tempo real para uma planilha do Excel via microprocessador Arduino e o software PLX-DAQ, permitindo assim a plotagem de gráficos em tempo real, possibilitando a visualização das relações entre pressão e vazão em um sistema de bombeamento. Dessa forma pôde-se trabalhar operando com a Bomba 1, a Bomba 2 ou com a Bomba 1 e a Bomba 2 associadas em série ou em paralelo.

Na associação das bombas 1 e 2 em série obteve-se um valor de erro quadrático médio, entre a curva medida através do sensor de pressão e a curva teórica, de 0,02 m.c.a. Na Figura 1 é possível visualizar as equações e as curvas características da bomba 1 e 2 (individualmente), a equação (Série) e a curva característica real das bombas 1 e 2 quando conectadas em série e a equação (Série teórica) e a curva característica teórica das bombas 1 e 2 quando conectadas em série.

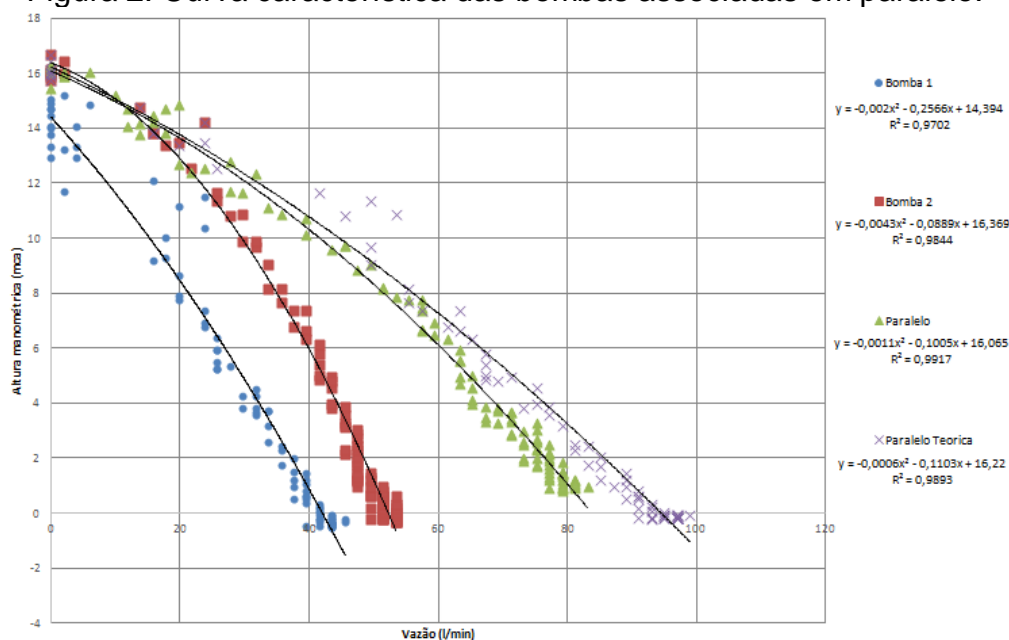
Figura 1: Curva característica real e teórica das bombas associadas em série.



Fonte: Produzido pelo autor.

Na associação das bombas 1 e 2 em paralelo adquiriu-se um valor de erro quadrático médio, entre a curva medida através do sensoriamento eletrônico e a curva teórica, de 0,19 L min⁻¹. Esta discrepância nas medições podem ter sido ocasionada por desgastes mecânicos na bomba 1 ou problemas elétricos ou mecânicos no sensor de vazão. Na Figura 2 é possível visualizar as equações e as curvas características da bomba 1 e 2 (individualmente), a equação e a curva característica real das bombas 1 e 2 quando conectadas em paralelo e a equação e a curva característica teórica das bombas 1 e 2 quando conectadas em paralelo.

Figura 2: Curva característica das bombas associadas em paralelo.



Fonte: Produzido pelo autor.

4. CONCLUSÕES

O uso de sensores em microprocessadores de programação em arduino no estudo do comportamento hidráulico de bombas associadas em série e paralelo apresentaram viabilidade técnica e econômica em função dos baixos valores de erro quadrático médio medidos dos resultados obtidos e pelo custo de aquisição acessível.

Futuramente pretende-se aprimorar a ligação dos sensores na tubulação para a melhoria dos resultados da aquisição de dados realizados pelo sensor de vazão; utilizar um estabilizador de vazão para diminuir a formação de bolhas de ar no interior do circuito hidráulico e utilizar a transmissão de dados para smartphones ou computadores por meio de aplicativos via wi-fi.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DA ROCHA, F. S.; GUADAGNINI, P. H. **Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de física em tempo real**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 1, p. 124-148, abr. 2013.
- DE CASTRO, Luis Henrique Monteiro. **Objetos educacionais de baixo custo com o Arduino e o Processing**. Dissertação (Mestrado: Ensino de Física). Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) – UNIRIO, p. 20, set. 2016.
- HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.. **Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de física**. Física na escola. São Paulo. Vol. 6, n. 1 (maio 2005), p. 69-74, 2005.
- JACQUET, P. H. A. **Atividade Arduino**. Mato Grosso do Sul. UFMS, 2010.