

RESUMO

SILVA, José R. C. *Algoritmos de aprendizado de máquinas aplicados na inferência de vazão de um medidor de vazão por efeito térmico*. 2020. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

As técnicas de medição de vazão não-intrusivas atuais ainda carecem de melhorias pois têm desvantagens que são impeditivas para aplicações em pequenos diâmetros. Este trabalho busca desenvolver um medidor de vazão por efeito térmico não-intrusivo que utiliza algoritmos de aprendizado de máquinas para obtenção do menor erro de fundo de escala possível em baixas vazões de líquidos. O medidor utiliza um duto de cobre com diâmetro interno de 22mm, seis termopares comerciais do tipo k, uma resistência de aquecimento do tipo microtubular e uma inteligência artificial para inferir a vazão a partir da distribuição térmica na superfície do duto. A disposição dos sensores e do aquecedor foi calculada com base no espalhamento teórico de temperatura obtido na modelagem feita através do *software* COMSOL *Multiphysics*. Para avaliar o protótipo do medidor uma bancada de testes foi construída, a qual possibilita o controle da vazão e da temperatura da resistência de aquecimento. A bancada de testes é dotada de um medidor de vazão eletromagnético calibrado e certificado em laboratório externo o qual é utilizado para referência e comparação, conforme as orientações da ABNT e as boas práticas utilizadas nas indústrias e laboratórios de calibração. No experimento, a resistência foi acionada de modo que a temperatura na região central do duto permanecesse em 70°C e foram coletados os dados da distribuição térmica com vazões entre 0,05 e 0,6 m³/h com acréscimos intermediários de 0,01 m³/h. Os dados coletados fornecidos pelo experimento foram utilizados no treinamento dos seguintes modelos: regressão linear, *K-Nearest Neighbor* (K-NN), Árvore de Decisão, Florestas Aleatórias e *Gradient Boosting*. Além disso, também foram treinadas redes neurais artificiais *Perceptron* Multicamadas e modelos de Aprendizagem Profunda. O melhor resultado foi obtido com um modelo de aprendizagem profunda com a técnica *Dropout*, a qual demonstrou que o protótipo construído tem a capacidade de inferir a vazão com erro de fundo de escala igual a 1,8%. O experimento demonstrou que o uso de algoritmos de aprendizado de máquinas pode ser usado para melhorias em sistemas de medição de vazão não-intrusivos.

Palavras chave: Medição de Vazão; Rede Neural; Aprendizado de Máquinas; Vazão Termal; Calorimetria; Sensor Inteligente; Não Intrusivo.