

APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO TRATAMENTO DE ÁGUA

Adriano Ezequiel Silva
adriano.eng@hotmail.com

José Augusto Andrade Filho
augustoa@gmail.com

Vanina Cardoso Viana Andrade
vaninaviana@hotmail.com

Jessica Carvalho Macena
jes.carvalho@hotmail.com

Resumo: A água em estado bruto necessita passar por diversas etapas de tratamento, entre elas a de coagulação que comumente utiliza o *jar test* para predição de coagulante. No entanto, este aparelho traz consigo limitações como resposta lenta e intervenção humana constante. Baseado nisso, o objetivo do presente trabalho é a aplicação de inteligência artificial no tratamento de água, automatizando o processo de predição de sulfato de alumínio, utilizando o pH e a turbidez como entradas da arquitetura e inserindo seus sensores em linha. O estudo ainda conta com *raspberry Pi 3* para leitura dos sensores e controle do circuito. Concluir com os resultados.

Palavras-Chave: Redes Neurais Artificiais; NARX; pH; Turbidez; Automação;

INTRODUÇÃO

A Visando atender a intensa demanda acarretada pelo crescente aumento populacional, a água passa por uma série de etapas para se tornar potável, incluindo o processo de coagulação, que é um processo utilizado para a remoção de impurezas, de microrganismos, de sólidos em suspensão e de outras partículas indesejadas (GOMES et. al., 2014). Os diagramas de coagulação obtidos nos ensaios em *jar test* - o qual a amostra de água bruta é coletada e adicionada em até 6 recipientes com agitadores, até obter a dosagem de coagulante que proporcione a melhor resposta aos padrões exigidos - relacionam remoção de turbidez em função do pH e da dosagem de coagulante, pois quando este se encontra dentro da faixa

desejada, as partículas coloidais apresentam menor quantidade de carga eletrostática superficial, ou seja, essas partículas precipitam e conseqüentemente são removidas com maior facilidade. Devido à importância essencial de o pH encontrar-se dentro de uma faixa para que ocorra a coagulação e remoção de turbidez, tais variáveis se fazem necessárias e suficientes no processo de coagulação. Durante este procedimento, vários coagulantes podem ser utilizados para que a água atenda aos padrões de qualidade exigidos pelo órgão regulamentador, Ministério da Saúde, dentre eles o sulfato de alumínio.

Há implícito no ensaio de *jar test* limitações como resposta lenta ao sistema, não acompanhando em tempo real as variações das características físico-química da água, como também, intervenções humanas constantes para ajustar a quantidade do reagente necessária para seu tratamento podendo gerar resultados fora dos padrões, conseqüentemente acarretando risco à saúde pública.

Estudos recentes têm demonstrado com êxito a aplicabilidade de sistemas automatizados por Redes Neurais Artificiais (RNAs) não lineares em Estações de Tratamento de Água na predição de coagulante (GOMES et al., 2015). Dentre as principais vantagens de se utilizar RNAs estão: imunidade a falhas, a ruídos e adaptabilidade, visto que uma vez construída uma rede eficiente, ela será utilizada em aplicações em tempo real.

Baseado no estudo feito por Oliveira

at. al. (2018), o presente trabalho tem como objetivo a aplicação de inteligência artificial no tratamento de água, automatizando o processo de predição de sulfato de alumínio, utilizando o pH e a turbidez como entradas da arquitetura, inserindo seus sensores em linha.

MATERIAL E MÉTODOS

Modelo Neural

Com base no estudo de Oliveira at. al (2018), pode-se concluir que o desempenho obtido para o modelo neural Narx foi considerado satisfatório, visto que o resultado obtido por Gomes *et al.* (2015) utilizou o mesmo modelo de rede não linear para predição de sulfato de alumínio, e obteve um coeficiente de $R^2 = 0,95$. Segundo Oliveira at. al (2018), foi utilizado uma única camada escondida por ser suficiente para maioria das aplicações, já os números de neurônios foram estimados por tentativa erro.

Em relação ao treinamento, Oliveira aplicou como os padrões de entradas: turbidez H₂O bruta, turbidez H₂O tratada, pH H₂O bruta, pH H₂O tratada, alcalinidade e vazão; e como saída a dosagem de sulfato de alumínio. A rede teve o seu desempenho avaliado por meio de simulação no software MATLAB versão 2015, fixando as funções de ativação da primeira camada e camada de saída, em tangente hiperbólica e linear, respectivamente; e variando o número de neurônios em função dos algoritmos *Levenberg-Marquardt* e *Scaled Gradient Conjugate*.

Os sensores e a Calibração

A princípio, para o desenvolvimento do trabalho e obtenção de dados, foi utilizado o sensor de pH de modelo PH-4502C, o qual possui um eletrodo de vidro que ao ser submerso na solução de teste cria uma

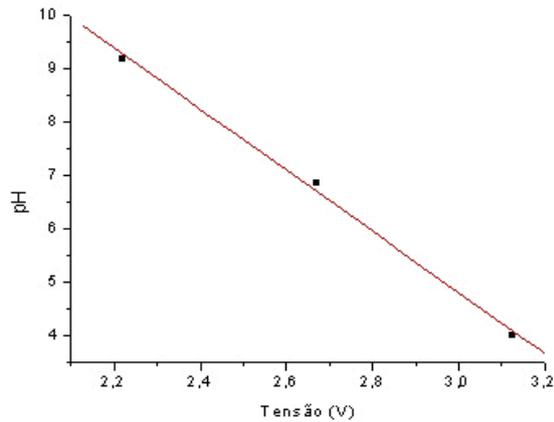
diferença de potencial elétrico correlacionada com a concentração hidrogeniônica, permitindo através do sinal de tensão, medir o valor do pH. Foi utilizado também o sensor de turbidez, modelo LGZD sensor V1.1 que emite em sua extremidade uma luz infravermelha, capaz de detectar partículas que estejam em suspensão na água, fazendo a medição da transmitância de luz e da taxa de dispersão, a qual muda de acordo com a quantidade de Sólidos Suspensos Totais.

O sensor de pH foi submetido a soluções de valores 4.01, 6.86 e 9.18 já pré definidas. Tais soluções de pH são comercializados em pó e para seu uso o agente precisou ser esvaziado completamente em um copo de vidro, assim sendo, foi acrescentado 250ml de água destilada e mexido até sua completa dissolução. Após o procedimento, foi comparado a tensão de saída do sensor, utilizando a plataforma de prototipagem Arduino UNO, a fim de traçar um coeficiente de correlação confiável, comprovando a eficiência da calibração. O sensor de turbidez foi submetido ao mesmo procedimento de comparação de entradas já conhecidas e saída de tensão. As soluções foram cedidas pela Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO que utiliza o turbidímetro de bancada de modelo 2100Q da HACH com valores de turbidez entre 1 e 3000 NTU. Após os testes, foi verificado a ausência de variação de tensão de saída para diferentes amostras de turbidez inferiores a 1000 NTU.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

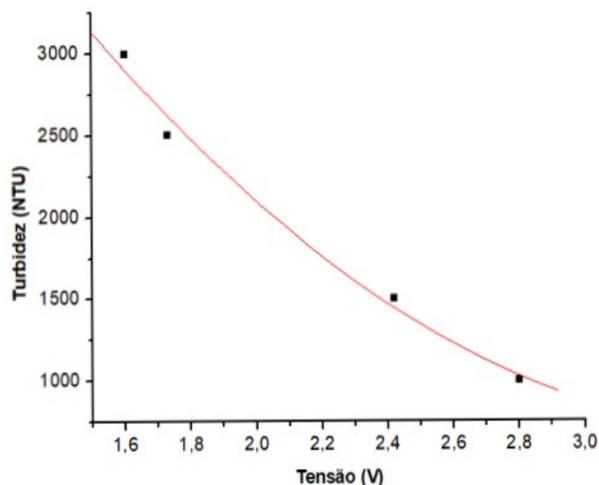
A partir dos métodos aplicados, foi plotada uma reta de pH em função da tensão que resultou em um coeficiente de correlação negativo forte de $R^2 = -0,99822$, comprovando a eficiência da calibração e explanando o fato de o pH ser inversamente proporcional a tensão de saída, como ver-se a seguir.

Figura 1 - Retas de pH em função da tensão (V) de saída.



Para garantir a inviabilidade do sensor para baixas turbidez, foi traçada a curva com soluções de valores entre 1000 e 3000 NTU em função da tensão de saída, obtendo assim, um coeficiente de correlação de $R^2=0,98887$ como mostrado a seguir, comprovando sua eficiência apenas para turbidez elevada.

Figura 2 - Curva de Turbidez (NTU) em função de tensão (V) de saída.



Por conseguinte, o sensor de turbidez será aplicado como alerta em caso de altas turbidez. Para obtenção de dados de baixa turbidez, foi necessário a construção de um Turbidímetro de fluxo contínuo, inspirado no modelo apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA, 2018.

Para construção do modelo foram feitas algumas alterações. A luz emitida, por exemplo,

diferente do modelo do Congresso, foi de um LED RGB, o qual executou uma varredura de cores (comprimentos de onda) emitidas para percepção de sensibilidade. A cor vermelha

REFERÊNCIAS

GOMES, L.L., ESQUERRE, K.P.O., MAGALHÃES, R.S., Avaliação do Desempenho de Modelos para Predição de Coagulante e Controle de pH no Tratamento de Água, *Iniciação Científica CESUMAR*, v. 16, p. 181-189, 2014.

GOMES, L. S., SOUZA, S. A. A., PONTES, T. R. A., NETO, F. R., Coagulant dosage determination in a water treatment plant using dynamic neural network models, *International Journal of Computational Intelligence and Applications*, v. 14, 2015.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA, 47., 2018, Mato Grosso. **TURBIDÍMETRO DE FLUXO CONTÍNUO**. Brasília: Sbea, 2018. 7 p.

OLIVEIRA, José Carlos Rodrigues; OLIVEIRA, Gilderlan Rodrigues; GONÇALVES, Denílson Pereira. **REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS APLICADAS NA PREDIÇÃO DE COAGULANTE NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO RIO PIAUITINGA EM SALGADO/SE**. 2018. 13 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Automação Industrial, Ifs Campus Lagarto, Lagarto, 2018.