

O USO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA AUTOMAÇÃO DA DOSAGEM DE COAGULANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA

Bruno Navarro Salvador (NAPI-EZC/Uem), Sandro Rogério Lautenshlager (Orientador). E-mail: srlager@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Engenharia Elétrica/Medidas Elétricas, Magnéticas e Eletrônicas; Instrumentação/Sistemas Eletrônicos de Medida e de Controle.

Palavras-chave: Controle e Automação; Inteligência Artificial; Saneamento Básico.

RESUMO

Este trabalho investiga o uso de redes neurais artificiais para automatizar a dosagem de coagulantes no tratamento de água, etapa crítica para a eficiência de processos como floculação, decantação e filtração. Atualmente, a dosagem é definida por testes laboratoriais, como o teste de jarros, que demandam tempo, custos e não refletem as condições em tempo real. O projeto propõe substituir esse procedimento por um sistema inteligente de sensoriamento, baseado no levantamento e tratamento de dados históricos de Estações de Tratamento de Água e no treinamento de um modelo do tipo Perceptron Multicamadas.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por eficiência nos processos de tratamento de água evidencia a necessidade de soluções tecnológicas que aliem precisão, agilidade e redução de custos operacionais. Este trabalho propõe a aplicação de redes neurais artificiais na automação da dosagem de coagulantes em Estações de Tratamento de Água (ETA), etapa fundamental para garantir a qualidade da água potável e a eficácia das fases subsequentes do processo. A pesquisa se caracteriza como aplicada, com base em séries históricas de dados operacionais e fundamentação teórica em tratamento de água, inteligência artificial e tecnologias de sensoriamento. Dessa forma, busca-se desenvolver um modelo computacional capaz de prever, em tempo real, a dosagem adequada de coagulante, oferecendo suporte à operação de ETAs e contribuindo para a otimização de recursos e a melhoria da qualidade do serviço prestado à população.

MATERIAIS E MÉTODOS

O tratamento de água é composto por diversas etapas, entre as quais a coagulação desempenha papel essencial, pois sua eficiência impacta diretamente processos como floculação, decantação e filtração. Na Figura 1 apresenta-se uma Estação de Tratamento de Água (ETA). A definição da dosagem de coagulante,

tradicionalmente, é realizada por testes laboratoriais como teste de jarros, normalmente conhecido como Jar Test. Este teste é limitado por não refletir em tempo real as condições da água bruta.

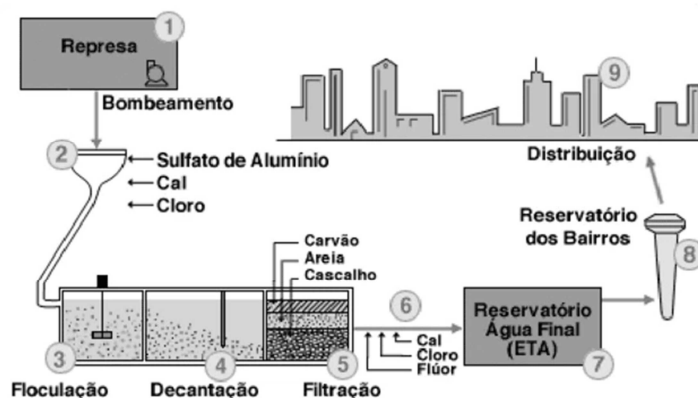


Figura 1 – Representação dos processos tradicionais de tratamento de água

Nesse cenário, as redes neurais artificiais (RNAs) surgem como alternativa promissora. Inspiradas no funcionamento do cérebro humano, são capazes de aprender padrões a partir de dados históricos e realizar previsões confiáveis mesmo em sistemas complexos e não lineares. Sua estrutura básica é formada por camadas de neurônios artificiais interconectados, onde cada conexão possui um peso ajustado durante o processo de treinamento. Na Figura 2 apresenta-se a estrutura de uma RNA. O paradigma mais comum é o aprendizado supervisionado, no qual dados de entrada e saída conhecidos permitem que a rede aprenda a mapear relações e generalizar para novos cenários.

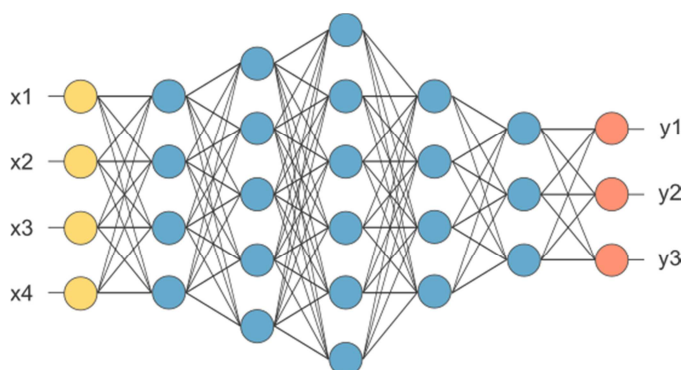


Figura 2 – Estrutura básica de uma Rede Neural Artificial.

Métricas como Erro Quadrático Médio (MSE) e Erro Absoluto Médio (MAE) quantificam o desvio entre valores previstos e observados, de modo que valores reduzidos indicam maior precisão e confiabilidade da rede.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que o treinamento da rede neural, em um conjunto reduzido de dados, resultou em convergência estável, com redução acentuada das funções de erro (MSE e MAE) nas primeiras épocas e posterior estabilização, sem indícios de sobre ajuste. A comparação entre valores reais e previstos evidenciou boa aderência à linha de referência, indicando que o modelo conseguiu generalizar de forma satisfatória. Foram ainda avaliadas diferentes funções de ativação Rectified Linear Unit (ReLU) , Tangente Hiperbólica (tanh) , Função Sigmoide / Logistic (sigmoid) e Gaussian Error Linear Unit (GELU), todas com desempenho consistente, destacando-se a ReLU e a GELU, que apresentaram melhor alinhamento visual entre as previsões e os valores observados, como mostram as Figuras 3 e 4.

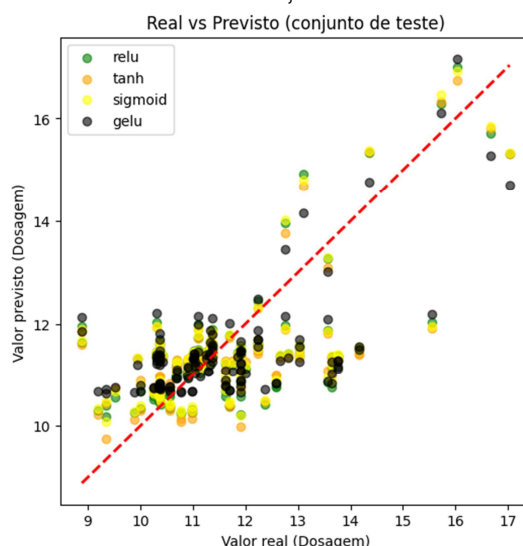


Figura 3 – Correlação entre dados previstos por redes ativadas por diferentes funções de ativação e dados reais.

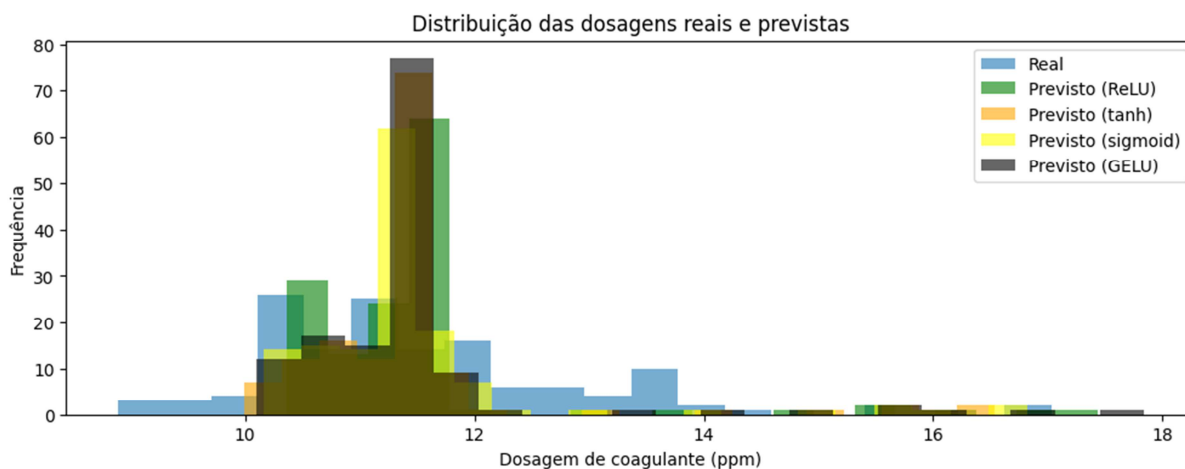


Figura 4 – Comparação entre a dosagem de coagulante prevista pela rede neural e a real.

Os resultados confirmam a capacidade do modelo em capturar a relação entre turbidez e dosagem de coagulante, reforçando o potencial de aplicação em sistemas automatizados de apoio à operação de estações de tratamento.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a rede neural desenvolvida apresentou desempenho satisfatório na previsão da dosagem de coagulante a partir da turbidez, com métricas de erro reduzidas e boa aderência entre valores previstos e observados. A análise demonstrou que o modelo é capaz de capturar relações relevantes entre as variáveis, evidenciando seu potencial de aplicação em sistemas automatizados de apoio ao tratamento de água.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária, pelo apoio financeiro por meio da bolsa de estudos concedida, à Universidade Estadual de Maringá, pelo suporte institucional e ambiente de pesquisa, e à Smart Sensor Design, pela infraestrutura disponibilizada e contribuições que viabilizaram a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Zhang, Q.; Stanley, S. J. ***Real-time water treatment process control with artificial neural networks***. [S.l.], 1999. Disponível em: *ASCE Library*.
- Rodrigues dos Santos, F. C.; Librantz, A. F. H.; Dias, C. G.; Rodrigues, S. G. ***Intelligent system for improving dosage control***. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, v. 39, n. 1, p. 33-38, jan./mar. 2017.
DOI: 10.4025/actascitechnol.v39i1.29353.
- Gagnon, C.; Grandjean, B. P. A.; Thibault, J. ***Modelling of coagulant dosage in a water treatment plant***. *Artificial Intelligence in Engineering*, v. 11, n. 4, p. 401-404, 1997.
- TOCHIO, E. ***Coagulant dosage prediction in the water treatment process***. *Water Science & Technology: Water Supply*, v. 23, n. 9, p. 3515–3523, 2023.