

O Potencial dos Modelos de Regressão Linear Múltipla na Correção de Parâmetros de uma Estação de Tratamento de Esgoto

Antonio Marcos Galvez Serra¹
Marcos Henrique de Paula Dias da Silva²

Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

Resumo

A falha estrutural é um fantasma que assombra os engenheiros e a população que se vê refém destes empreendimentos, visto os diversos incidentes recentes que ocorreram no Brasil por fatores como omissão de informações, medições equivocadas ou mesmo erros técnicos que passaram despercebidos durante as vistorias. Em se tratando de Saneamento de Esgoto, os riscos não são menores, pois segundo a Organização Mundial da Saúde, todos os anos aproximadamente um milhão e meio de crianças menores de 5 anos morrem por causa de doenças relacionadas a esgotamento sanitário. A presente pesquisa discute a respeito do uso de modelagens estatísticas para a correção de parâmetros físico-químicos de estações de tratamento de esgoto, tomando como base alguns estudos de cunho internacional. O objetivo deste estudo é fomentar o arcabouço teórico para a implementação de técnicas matemáticas na construção de modelos para previsão e correção de erros de medidas realizadas nas estações de tratamento de esgoto.

Palavras-chave: Matemática Aplicada à Engenharia; Estação de Tratamento de Esgoto; Modelo Matemático; Correção de Erros.

¹Unesp – Faculdade de Engenharia de Bauru, toninhoexatas237@gmail.com

²Unicamp- IFGW, calibum@usp.br

INTRODUÇÃO

O fator humano é um conhecido elemento de erro em praticamente todos os setores da engenharia. Afetando por consequência, o bem-estar da sociedade e o meio-ambiente, gerando por suas falhas e imprecisões, desperdício de dinheiro e recursos, ou sobrecarga de componentes. A prevenção e identificação de erros movimentam diversas pesquisas de cunho acadêmico e industrial, incentivando assim a busca e o desenvolvimento por ferramentas que auxiliem a identificação de falhas e reparo de erros oriundos do fator humano. Esta preocupação também se aplica no Saneamento Ambiental, um setor de Engenharia Civil e Ambiental. Segundo Mara (2004), um dos principais objetivos do tratamento de águas residuais domésticas em países desenvolvidos, é reduzir o número de patógenos excretados para níveis em que os riscos de transmissão ambiental adicional das doenças que causam, são substancialmente reduzidos. Elaborando técnicas procedimentais específicas para esta finalidade, como as lagoas de estabilização.

O presente artigo, baseado na temática exposta, apresenta uma investigação a cerca de trabalhos de cunho internacional sobre o uso da modelagem matemática para ETE's (Estações de Tratamento de Esgoto), capazes de proporcionar uma implementação de baixo custo para auxiliar na prevenção de falhas nas medições de fatores físico-químicos e biológicos realizadas pelo corpo técnico destas instituições.

METODOLOGIA

Muitos problemas em engenharia e ciências envolvem explorar as relações entre duas ou mais variáveis. Por exemplo, em um processo químico, suponha que o rendimento do produto esteja relacionado à temperatura de operação do processo. A análise de regressão pode ser usada na construção de um modelo para prever o rendimento em um dado nível de temperatura. Este modelo pode ser usado para otimização de processos, tal como encontrar o nível de temperatura que maximiza o rendimento, ou para finalidades de controlar um processo. Assim, a regressão simples considera uma variável independente X e outra dependente Y . Se a relação entre Y e X

for linear, teremos então constantes β_0 e β_1 tal que $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ (BARROS NETO, et al, 2001).

Um exemplo envolvendo mais variáveis independentes é a vida efetiva de uma ferramenta de corte depender da velocidade de corte e do ângulo da ferramenta. Assim, na regressão linear múltipla, para Y uma variável dependente de X_1 até X_n , variáveis independentes, teremos então constantes β_0 até β_n tal que $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$ (BARROS NETO, et al, 2001).

Para tecer o arcabouço a cerca do uso da regressão linear múltipla e de modelos estatísticos aplicados em ETE's, buscamos dentro da literatura específica, autores de cunho internacional, cujos trabalhos publicados nos últimos dez anos foram destaques dentro desse tema. Desta forma sintetizamos as principais análises observadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No trabalho de Taheriyoun e Moradinejad (2014), os mesmos utilizam o método de análise de árvore de falhas e simulação de Monte Carlo para sua investigação. Neste estudo, definem a confiabilidade como a probabilidade de sucesso no bom desempenho da ETE que deve atender aos padrões de qualidade do efluente. Afirmam que normalmente, a simulação de Monte Carlo é usada quando o valor exato dos resultados não pode ser calculado com algoritmos determinísticos, sendo o princípio por trás da metodologia de Monte Carlo, simular as ocorrências dos eventos primários usando um gerador de números aleatórios. Dessa forma, estuda o caso da ETE, que atende 85.000 pessoas, equivalente a uma vazão média de 30.240 m³/dia. Seus resultados mostraram que os fatores humanos têm o maior impacto no fracasso do sistema. Na ordem subsequente, há fatores climáticos, fatores mecânicos e sistema de esgoto. Entre os eventos básicos, o erro do operador, a alta carga de influente, o problema de design e a falha do equipamento são de maior impacto na ocorrência do evento principal.

Benedetti et al. (2010) realizam um estudo sobre a modelagem probabilística e avaliação de atualizações em ETE em um contexto de avaliação baseado na qualidade da água. Neste trabalho, os autores definem confiabilidade como a porcentagem de tempo

em que as concentrações esperadas de efluentes atendem aos padrões de descarga especificados ou aos alvos de tratamento. Assim, o foco do artigo é estudar os benefícios e malefícios de 13 possíveis atualizações na ETE. Em termos de custos totais, as difíceis atualizações que envolvem principalmente a intervenção de construção, são claramente mais caras do que as atualizações do controle em tempo real. Os volumes maiores de atualizações difíceis também acarretam custos de energia mais altos, principalmente devido a custos de aeração mais altos, onde se pode notar que concentrações menores de efluente de NH_4 são sinônimas de custos de aeração mais altos.

Messaoud, Bachir, Maurice (2013) realizam um estudo sobre a avaliação de performances diárias de uma ETE utilizando o Modelo Probabilístico. Neste trabalho, ressalta-se que a análise baseada na confiabilidade das ETE permite ao engenheiro explorar a estrutura estatística dos dados de influente e efluente, a fim de prever a probabilidade de eventos indesejáveis. Este estudo também apresenta o contexto matemático proposto por Niku et al. (1979) para a avaliação da confiabilidade da cidade de Khenchela na Argélia Oriental e para uma primeira avaliação dos componentes críticos do processo de tratamento de águas residuais. Para este método, o primeiro passo foi determinar as leis reais de distribuição de probabilidade do parâmetro de qualidade do efluente tratado selecionados para a cidade de Khenchela.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo ressalta a importância do uso da modelagem matemática aplicada ao gerenciamento dos parâmetros físico-químicos das ETE's. Considerando seu uso para melhor controle dos processos, ligado a necessidade das ETE's em atender as Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, e CONAMA 430/2011. Ambas que dispõem sobre as classificações dos corpos de água e diretrizes para seus enquadramentos, e condições e padrões para lançamento nos corpos d'água.

REFERÊNCIAS

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2001.

BENEDETTI, L.; et al. **Probabilistic modelling and evaluation of wastewater treatment plant upgrades in a water quality based evaluation context**. 2010.

MARA, D. D. **Domestic wastewater treatment in developing countries**. Earthscan, London, Sterling, VA. 2004.

MESSAOUD, D.; BACHIR, A.; MAURICE, M. **Daily Performances Evaluation of Municipal Wastewater Treatment Plant using Probabilistic Model**. 2013.

NIKU, S.; SCHROEDER, E. D.; SAMANIEGO, F. J. **Performance of Activated Sludge Processes and Reliability-Based Design**. Journal Water Pollution Control Federation, v. 51, n. 12, p. 2841-2857, 1979.

TAHERIYOUN, M.; MORADINEJAD, S. **Reliability analysis of a wastewater treatment plant using fault tree analysis and Monte Carlo simulation**. 2014.