

APLICAÇÃO DE MODELOS GLOBAIS NA ESTIMATIVA DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO EM ESCALA DE BACIA HIDROGRÁFICA

JÚLIA CELESTINO LUÇARDO¹; SAMANTA TOLENTINO CECCONELLO²;
TIRZAH MOREIRA SIQUEIRA³; ISADORA DE CASTRO MAYER⁴; LUANA
NUNES CENTENO⁵

¹Instituto Federal Sul-rio-grandense Campus Pelotas – lucardojulia@gmail.com

²Instituto Federal Sul-rio-grandense Campus Pelotas – samantacecconello@ifsul.edu.br

³Universidade Federal de Pelotas – tirzahsiqueira@hotmail.com

⁴Instituto Federal Sul-rio-grandense – isadoracmayer@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – luananunescenteno@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As ações antrópicas atreladas ao crescimento populacional e aos diversos usos da água influenciam as características naturais dos corpos hídricos, trazendo prejuízos à qualidade e quantidade de água disponível (UDDIN; NASHE, OLBERT; 2020; MITROVIC et al., 2019). Surge, a partir daí, a necessidade de monitoramento, a fim de assegurar à população, água com qualidade compatível ao uso no qual se destina (VAN VLIET et al., 2021; MANOIU et al., 2022).

Para isso, a Resolução CONAMA n° 357/2005 classifica e enquadra os corpos hídricos em classes de acordo com os usos, estabelecendo limites aceitáveis para parâmetros físicos, químicos e microbiológicos (BRASIL, 2005). Para isto, o monitoramento deve ser realizado de forma periódica e em diversos pontos de amostragem, o que gera um banco de dados extenso e complexo (MAIA; SILVA; LIBANIO, 2019).

Nesse sentido, para facilitar a análise de dados, os modelos globais (MG), também conhecidos como regressão linear, são técnicas estatísticas que possibilitam conhecer o efeito que uma ou mais variáveis exercem sobre outras (MORAIS et al., 2020; CENTENO, 2017), além de modelar as relações espaço-temporais entre os atributos de interesse (ALVES et al., 2021). Estes modelos são ferramentas amplamente utilizadas na análise de dados em diversas áreas de conhecimento devido à facilidade para expressar a relação entre parâmetros através de uma equação matemática (MONTGOMERY; VINING; PECK, 2001). Entretanto, ainda são pouco utilizados em estudos voltados para a qualidade da água. Sendo assim, este trabalho tem por objetivo estimar os níveis de oxigênio dissolvido na Bacia Hidrográfica do Rio Piratini/RS, utilizando os modelos globais de regressão linear.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Piratini (BHRP) está situada na região sul do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 31°30' a 34°35' de latitude Sul e 53°31' a 55°15' de longitude Oeste (FEPAM, 2023), possuindo uma área de drenagem de aproximadamente 4.700 km². É considerada um dos principais afluentes do canal São Gonçalo, unindo a Laguna dos Patos à Lagoa Mirim. Sendo os principais usos desse recurso hídrico destinados à agricultura e pecuária, destacando-se o cultivo do milho, da soja, da cevada cervejeira, do arroz irrigado e da fruticultura (TELLES, 2002).

2.2 Obtenção de dados

Foram utilizados dados secundários, concedidos pela FEPAM, provenientes de coletas realizadas semestralmente dos anos de 2005 até 2013, conforme a

metodologia descrita pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, assim como os métodos analíticos e a preservação das amostras que seguem os procedimentos definidos por APHA (2005). Os parâmetros analisados neste estudo foram: Coliformes Termotolerantes (CT), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amoniacal (NH₃), Nitrogênio Total (NT), Oxigênio Dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Sólidos Totais (ST) e Turbidez (TH).

2.3 Modelos Globais: Regressões Lineares Simples e Múltiplas

Inicialmente os dados foram transformados para seguir uma distribuição normal, onde os valores de média e desvio padrão fossem respectivamente de 0,50 e 0,25 através da transformação proposta por Centeno et al. (2020). Em seguida, para estimar a presença de Oxigênio Dissolvido na BHRP foram utilizadas as regressões lineares simples e múltiplas, onde foram aplicadas todas as combinações possíveis, de acordo com os parâmetros estudados.

Como variável dependente, empregou-se o oxigênio dissolvido, devido à sua importância para manutenção da vida aquática, uma vez que o mesmo é fundamental na determinação dos níveis de poluição dos corpos hídricos (SPERLING, 2018), enquanto os parâmetros dependentes selecionados foram aqueles que apresentaram uma base de dados mais confiável, ou seja, com menor número de falhas amostrais, para garantir a acurácia dos modelos globais obtidos.

A identificação do modelo global mais satisfatório foi feita com base no coeficiente de determinação de Pearson (R²), que varia no intervalo de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 mais preciso será o modelo obtido (PALA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos globais referentes aos melhores cenários estão apresentados na Tabela 1. Ao estimar o OD utilizando apenas um parâmetro, os sólidos totais (ST) apresentaram a melhor estimativa de oxigênio dissolvido, de 41,4%. Os ST podem estar relacionados ao fato de que, com exceção dos gases dissolvidos, todas as impurezas presentes na água influenciam diretamente na presença de sólidos e, se estes possuírem carga orgânica, a decomposição da mesma pode levar ao esgotamento nos níveis de oxigênio presentes no corpo hídrico (SPERLING, 2018; CETEB, 2017).

Já ao analisar a estimativa de OD com dois parâmetros, observa-se que os ST continuam sendo importantes, porém com o acréscimo da variável Fósforo Total (PT) o valor de OD estimado passa a ser 69,5%.

Tabela 1: Modelos globais, os melhores resultados em cada cenário

MELHORES CENÁRIOS	R ²
OD= 0,755*ST + 0,081	0,414
OD= 1,028*PT + 0,882*ST - 0,454	0,695
OD= 1,112*PT + 0,668*NH ₃ + 0,702*ST - 0,752	0,817
OD= 0,405*CT + 1,010*PT + 0,683*NH ₃ + 0,657*ST - 0,891	0,869
OD = 0,425*CT + 1,100*PT + 0,645*NH ₃ + 0,244*NT + 0,642*ST - 0,987	0,884
OD= 0,541*CT + 1,240*PT + 0,599*NH ₃ + 0,344*NT - 0,322*TH + 0,719*ST - 1,030	0,917
OD= 0,532*CT + 1,251*PT + 0,602*NH₃ + 0,338*NT - 0,343*TH + 0,732*ST + 0,015*pH - 1,030	0,919

Coliformes Termotolerantes (CT), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amoniacal (NH₃), Nitrogênio Total (NT), Oxigênio Dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Sólidos Totais (ST) e Turbidez (TH).

É possível observar que à medida que são aumentados os parâmetros na estimativa de OD, permanecem constantes aqueles determinados anteriormente, fortalecendo a sua influência. Observa-se ainda, que o coeficiente de Pearson (R^2) aumenta consideravelmente até o cenário que contém seis parâmetros, sendo eles: CT, PT, NH_3 , NT, TH e ST.

Entretanto, o cenário contendo apenas os três parâmetros PT, NH_3 e ST, poderia ser utilizado para se ter uma visão global do OD no manancial, conforme a literatura preconiza como mínimo estimativas a partir de 70% (MONTGOMERY; VINING; PECK, 2001).

O fósforo total (PT) é um nutriente fundamental para o desenvolvimento e manutenção dos ecossistemas aquáticos (LEMES, 2021), pois favorece o crescimento dos microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, o que explica sua correlação com o oxigênio dissolvido, pois à medida que a matéria orgânica é consumida, os níveis de oxigênio dissolvido voltam a aumentar (BALDISSERA; ZAMPIERE; BAMPI, 2011). Cabe ressaltar que, em altas concentrações, o fósforo pode favorecer o crescimento exacerbado de algas, provocando o fenômeno chamado eutrofização (SPERLING, 2018). Da mesma forma, o Nitrogênio também é considerado um nutriente essencial para a manutenção da vida aquática e possui relação direta com o consumo de oxigênio dissolvido durante os processos de conversão da amônia (CARVALHO et al. 2016).

4. CONCLUSÕES

Através deste estudo foi possível concluir que na estimativa univariada, o ST é o parâmetro que melhor explica o oxigênio dissolvido, e que por meio de cenários contendo apenas três parâmetros de qualidade da água é possível estimar as quantidades de OD disponíveis no corpo hídrico em questão, e se ter uma visão global da qualidade hídrica dele. Desta forma, destaca-se que apesar de serem pouco utilizados no monitoramento da qualidade da água, os modelos globais apresentaram resultados satisfatórios e podem, com cautela, servir como ferramenta de auxílio na gestão e no monitoramento eficaz dos recursos hídricos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Aaron de Sousa et al. Qualidade da água residuária aplicada a cultura da bananeira/Quality of wastewater applied to banana tree culture. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 511-531, 2021.

BALDISSERA, Ivan Tadeu; ZAMPIERI, Sergio Luiz; BAMPI, Daiana. Monitoramento da qualidade da água na microbacia Tarumanzinho em Águas Frias, SC, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 5, n. 4, p. 5-14, 2011.

CARVALHO, Aurean de Paula *et al.* Avaliação da poluição em rios utilizando índices de qualidade da água: um estudo de caso no Ribeirão São João em Porto Nacional –TO. **Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 472-484, 2016.

CENTENO, Luana Nunes. **Proposta metodológica para a construção de índices de qualidade da água na bacia hidrográfica Piratini-São Gonçalo-Mangueira, RS**. 2017. 188f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos, Engenharia de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

CETESB-Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Publicações e Relatórios. **Significado ambiental e sanitário dos parâmetros de qualidade**, 2017.

BRASIL – Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 mar. 2005.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS. **L40 - Bacia Hidrográfica Piratini-São Gonçalo-Mangueira** Disponível em: http://ww3.fepam.rs.gov.br/qualidade/bacia_piratini.asp. Acesso em: 03 maio. 2023.

LEMES, Cryslara de Souza. **Avaliação da qualidade da água do Ribeirão Sampaio em Pires do Rio - GO antes e após o lançamento de efluente de abatedouro avícola**. 2021. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais, Instituto Federal Goiano, Urutaí, 2021.

MAIA, Kelly Prado; SILVA, Gilmore Antônia da; LIBÂNIO, Marcelo. Aplicação de análise multivariada no estudo da frequência de amostragem e do número de estações de monitoramento de qualidade da água. **Eng Sanit Ambient**, [s. l], v. 24, n. 5, p. 1013-1025, out. 2019.

MANOIU, V. M; et al. Water Quality and Water Pollution in Time of COVID-19: Positive and Negative Repercussions. **Water**. v. 14 n. 1124. p. 1-17, 1 abril 2022.

MITROVIĆ, Tatjana *et al.* Virtual water quality monitoring at inactive monitoring sites using Monte Carlo optimized artificial neural networks: A case study of Danube River (Serbia). **Science of the Total Environment**, [s. l], v. 654, p. 1000-1009, mar. 2019.

MONTGOMERY, D. C.; VINING, G. G.; PECK, E. A. **Introduction to Linear Regression Analysis**. 3. ed., New York: John Wiley & Sons, 2001, 641 p.

MORAIS, Elder Olinto de *et al.* Aplicação de modelos de regressão linear e não linear para estimativa de volume de biomassa e estoque de carbono. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 45621-45632, jul. 2020.

PALA, Luiz Otávio de Oliveira. **Revisitando a estimação do Coeficiente de Determinação**. 2019. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria, Universidade Federal de Alfenas, Mg, Alfenas, 2019.

TELLES, Rossana Madruga. **Inundações Urbanas nos municípios de Pedro Osório e Cerrito- RS**. 2002. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

UDDIN, Md. Galal; NASH, Stephen; OLBERT, Agnieszka I. A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. **Ecological Indicators**, [s. l], p. 1-21, 2021.

VAN VLIET, M T.H; et al. Global water scarcity including surface water quality and expansions of clean water technologies. **Environ. Res. Lett.** v. 16. p. 1-12, 26 jan. 2021.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e tratamento de esgotos**. Minas Gerais: UFMG, 2018. 472 p. 1 v.