

## MODELOS GLOBAIS NA ESTIMATIVA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO NO RIO DOS SINOS

ALANA NUNES CENTENO<sup>1</sup>; LUANA NUNES CENTENO<sup>2</sup>; SAMANTA TOLENTINO CECCONELLO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão – [alananunescenteno@gmail.com](mailto:alananunescenteno@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal Pelotas, Campus Porto – [luananunescenteno@gmail.com](mailto:luananunescenteno@gmail.com)

<sup>3</sup>Instituto Federal Sul-rio-grandense Campus Pelotas - [satolentino@pelotas.ifsul.edu.br](mailto:satolentino@pelotas.ifsul.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

As atividades antrópicas promovem alterações nos processos naturais, tanto ao longo do tempo quanto no espaço, estas alterações influenciam diretamente na qualidade da água de um manancial (CUNHA; FERREIRA, 2019). De acordo com SPELING (2014), as ações antrópicas que de alguma forma modificam a qualidade e ou a quantidade de água de um corpo d'água, podem ser oriundas dos processos de urbanização, atividades agropecuárias e até mesmo da captação de água para consumo humano.

Contudo, quando relacionado a qualidade da água, o lançamento desordenado de esgoto é considerado um dos principais causadores de poluição nos corpos hídricos (HASSANZADEH et al., 2019). Uma vez que é rico em matéria orgânica e pode resultar em sérios impactos negativos como toxicidade, proliferação de algas (BRAGA et al., 2015), e a transmissão de doenças de veiculação hídrica (HELLER; PÁDUA, 2010).

Todavia, dentre os usos consuntivos, em termos ecológicos, a repercussão mais nociva da poluição de um manancial, por matéria orgânica, é a queda nos níveis de oxigênio dissolvido (ALAMY FILHO et al., 2019). Causada pela estabilização da matéria orgânica realizada pelos microrganismos decompositores, os quais utilizam-se do oxigênio dissolvido disponível no meio líquido para a sua respiração (SPERLING, 2014). Tendo ciência de que este decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido tem diversas implicações, do ponto de vista ambiental, o oxigênio dissolvido tem sido incorporado usualmente para a determinação do grau de poluição, bem como de autodepuração em um manancial (CUNHA; FERREIRA, 2019).

Neste contexto, a autodepuração está vinculado ao reestabelecimento do equilíbrio no meio aquático, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes (SPERLING, 2014). Sendo de grande importância seu conhecimento, bem com sua quantificação, tanto para a compreensão da capacidade de assimilação dos rios, quanto para impedir o lançamento de despejos acima do limite estabelecido pela legislação ambiental (ALAMY FILHO et al., 2019).

A mensuração do oxigênio passa então, a ser um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos e um dos principais indicadores da qualidade da água, indispensável para a manutenção dos organismos aeróbios e para o equilíbrio ambiental como um todo (CUNHA; FERREIRA, 2019).

Dentre as formas indiretas que podem ser aplicadas para estimar o oxigênio dissolvido, tem-se os modelos globais. Estes podem ser empregados como ferramentas para minimizar a dificuldade das determinações diretas de determinados parâmetros e sanar lacunas relacionadas falta de bases de dados expressivos (CAMPOS; RUEDA, 2017). Frente ao exposto, este trabalho objetivou utilizar-se de modelos globais para estimar o oxigênio dissolvido no Rio dos Sinos entre os anos de 2016 a 2018.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Caracterização da área

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, encontra-se na porção nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas com longitude de 50° 15' W e 51° 20' W e latitude 29° 20' S e 30° 10' S, com uma extensão de 211 Km, contemplando uma área de 4000 Km<sup>2</sup>, abrangendo assim 32 municípios.

### 2.2. Obtenção dos dados

Os dados das variáveis de qualidade de água foram obtidos junto à Fepam, sendo utilizados neste estudo dados de 2016 a 2018, contemplando 88 amostras, pertencentes a 9 estações de qualidade da água. As variáveis utilizadas neste estudo foram: Oxigênio Dissolvido (OD), Alcalinidade (Alk), Cloretos (Cl<sup>-</sup>), Condutividade Elétrica (CE), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Escherichia coli (EC), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amoniacal (NH<sub>3</sub>), Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK), Potencial Hidrogeniônico (pH), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Sólidos Suspensos Totais (SST), Temperatura da Água (T<sub>H2O</sub>) e Turbidez (TH). As coletas foram realizadas pela FEPAM cujos métodos analíticos, bem como a preservação das amostras, seguiram os procedimentos definidos pelo Standard Methods (APHA, 2005).

### 2.3. Modelos globais

O Oxigênio dissolvido foi estimado por meio dos modelos globais seguindo a metodologia proposta por KUTNER, NACHTSHEIM e NETER (2004), conforme representa a Equação 1.

$$Y = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_nX_n \quad (1)$$

Em que, Y denota a variável dependente que se deseja estimar, X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, ... X<sub>n</sub> são as variáveis independentes, ou seja, os atributos preditores, e a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>, ... a<sub>n</sub> são os valores dos coeficientes de regressão obtidos da adequação da equação ao conjunto de dados de treinamento. Sendo que a variável dependente para todos os modelos globais gerados foi o oxigênio dissolvido e as variáveis independentes foram: Alcalinidade, Cloretos, Condutividade Elétrica, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Escherichia coli, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total Kjeldahl, Potencial Hidrogeniônico, Sólidos Dissolvidos Totais, Sólidos Suspensos Totais, Temperatura da Água e Turbidez.

Cabe destacar que foi gerado primeiramente um cenário contendo todas as variáveis em estudo, posterior a este cenário, foi gerado um segundo cenário, levando-se em consideração apenas as variáveis independentes, que se mostraram significativas. Destaca-se que este procedimento foi realizado sucessivamente até encontrar uma equação em que todas as variáveis se mostrassem significativas, dentro da equação gerada.

Ademais, para cada variável deste estudo haviam 88 amostras, sendo que estas foram divididas em dois conjuntos de dados. O primeiro conjunto foi constituído com 75% das amostras de cada variável utilizados para a construção das regressões e os 25% restantes foram utilizados para a validação destas regressões geradas, ou seja, para o cálculo do coeficiente de determinação (r<sup>2</sup>).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O oxigênio dissolvido quando estimado a partir das 14 variáveis independentes de qualidade da água, apresentou uma variância total de 83%.

Sendo que, analisando-se o p-valor das variáveis empregadas na estimativa, observa-se que apenas a alcalinidade, cloreto, condutividade elétrica, Escherichia coli, pH, temperatura da água e turbidez, apresentaram contribuição significativa na estimativa do OD, ademais seus respectivos erros padrão apresentaram-se abaixo de 5% (Tabela 1).

**Tabela 1:** Estimativa do OD através de um cenário contendo 14 variáveis físico-químicas e biológica de qualidade da água

	Coeficientes da equação	Erro padrão	p-value	r <sup>2</sup>
Interseção	0,393	3,683	0,915	
Alk	-0,012	<0,05	<0,05	<b>0,83</b>
Cl <sup>-</sup>	-0,005	<0,05	0,766	
CE	-0,018	<0,05	<0,05	
DBO	0,123	0,093	0,192	
DQO	-0,005	<0,05	0,871	
EC	-0,005	<0,05	<0,05	
PT	0,182	0,114	0,115	
NH <sub>3</sub>	0,002	<0,05	0,275	
NTK	0,005	<0,05	0,210	
pH	1,595	0,475	<0,05	
SDT	0,000	<0,05	0,777	
SST	0,012	<0,05	0,011	
T <sub>H2O</sub>	-0,180	<0,05	<0,05	
TH	-0,010	<0,05	<0,05	

Oxigênio Dissolvido (OD), Alcalinidade (Alk), Cloretos (Cl<sup>-</sup>), Condutividade Elétrica (CE), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Escherichia coli (EC), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amoniacal (NH<sub>3</sub>), Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK), Potencial Hidrogeniônico (pH), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Sólidos Suspensos Totais (SST), Temperatura da Água (T<sub>H2O</sub>) e Turbidez (TH). Coeficiente de determinação (r<sup>2</sup>).

Tomando as 6 variáveis de qualidade da água que se mostraram significativas (Tabela 2), observa-se que estas explicam 78% variância total do OD. Contudo, mesmo que a explicação do oxigênio dissolvido tenha diminuído, quando comparado ao cenário contendo as 14 variáveis, observa-se que este percentual é suficiente para se ter uma compreensão global do oxigênio dissolvido (HAIR et al., 2009).

**Tabela 2:** Estimativa do OD através de um cenário contendo 6 variáveis físico-químicas e biológica de qualidade da água

	Coeficientes	Erro padrão	p-value	Contribuição Relativa	r <sup>2</sup>
Interseção	-1,79	3,49	0,610		
Alk	-0,01	<0,05	<0,05	0,6	<b>0,78</b>
CE	-0,02	<0,05	<0,05	0,8	
EC	-0,02	<0,05	<0,05	1,1	
pH	2,02	<0,06	<0,05	87,5	
T <sub>H2O</sub>	-0,19	<0,05	<0,05	8,0	
TH	-0,04	<0,05	<0,05	2,0	

Alcalinidade (Alk), Condutividade Elétrica (CE), Escherichia coli (EC), Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura da Água (T<sub>H2O</sub>) e Turbidez (TH). Coeficiente de determinação (r<sup>2</sup>).

Destaca-se que esta redução no número de variáveis de qualidade da água, pode auxiliar na redução do número de coletas e conseqüentemente em minimização nos investimentos financeiros e tempo com análises laboratoriais.

Quando realizando uma análise individual dos parâmetros de qualidade da água observa-se que todos se mostraram significativos e com um erro padrão abaixo de 5%. Sendo que as variáveis que apresentam uma maior contribuição relativa na estimativa do OD foram o pH (87,5%), seguido pela Temperatura da água (8,0%) e a Turbidez (2,0%). Estas relações podem ser explicadas pelo fato do pH ter relação com gases dissolvidos podendo ser oriundos dos processos de oxidação dos compostos orgânicos presentes na água. A temperatura apresenta também relação com a dissolução de gases e a turbidez está associada a presença de sólidos em suspensão, o que interfere na quantidade de matéria orgânica presente na água e por conseguinte nas taxas de decomposição das partículas (SPERLING, 2014). Em contrapartida a alcalinidade se mostrou como a variável de menor contribuição na estimativa do OD, sendo esta de 0,6%.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base neste estudo conclui-se que com a incorporação das variáveis: alcalinidade, condutividade elétrica, *Escherichia coli*, potencial hidrogeniônico, temperatura da água e turbidez, nos modelos globais, foi possível estimar o oxigênio dissolvido no Rio dos Sinos, de forma eficiente. Bem como, que a variável pH apresentou a maior contribuição relativa e a alcalinidade a menor contribuição nesta estimativa.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAMY FILHO, José Eduardo et al. Aplicação da ferramenta computacional QUALI-TOOL na avaliação da qualidade da água em ambiente lótico. **Revista Dae**, [s.l.], v. 67, n. 215, p.69-83, jan. 2019. Editora Cubo Multimídia.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20ª ed. Washington: American Public Health Association. APHA/AWWA/WEF, 2005.
- BRAGA, B., et al. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 4. ed. São Paulo: Escrituras, 2015.
- CAMPOS., Maria Isabel de; RUEDA, Fabián J. M.. Regressão linear e quadrática: Análises comparativas de efeito em medidas do comportamento organizacional. **Estudos de Psicologia: Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal**, Si, v. 22, n. 2, p.225-234, abr. 2017.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1987. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. CETESB, São Paulo, SP, Brasil.
- CUNHA, Cynara de Lourdes da Nóbrega; FERREIRA, Aldo Pacheco. Análise crítica por comparação entre modelos de qualidade de água aplicados em rios poluídos: contribuições à saúde, água e saneamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s.l.], v. 24, n. 3, p.473-480, maio 2019. FapUNIFESP (SciELO).
- HASSANZADEH, Elmira et al. A framework for engaging stakeholders in water quality modeling and management: Application to the Qu'Appelle River Basin, Canada. **Journal of Environmental Management**, [s.l.], v. 231, p.1117-1126, fev. 2019. Elsevier BV.
- HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 418 p.
- KUTNER, M.H.; NACHTSHEIM, C.J.; NETER, J.; LI, W. **Applied linear statistical models**. McGraw-Hill, 2004, 1415p.
- SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 7 v. 452 p.