

ANÁLISE TEMPORAL DA SIMILARIDADE DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOS SINOS/RS

MARIA CRISTINA PEREIRA DOS SANTOS¹; RAYANE RIBEIRO VIEIRA²;
SAMANTA TOLENTINO CECCONELLO³; LUANA NUNES CENTENO⁴

^{1,2,3,4}Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Câmpus Pelotas -
*mariasantos.pl279@academico.ifsul.edu.br¹; rayanevieira.pl066@academico.ifsul.edu.br²;
samantacecconello@ifsul.edu.br³; luanacenteno@ifsul.edu.br⁴*

1. INTRODUÇÃO

As questões relacionadas à disponibilidade da água incluem a gestão de dois fatores principais: a quantidade e a qualidade, para que se consiga atender às diversas necessidades antrópicas, e assim garantir o mínimo de conflito entre os interessados (CARVALHO, 2021). Contudo, para que se obtenha uma gestão de recursos hídricos eficiente é preciso que ocorra a identificação de suas possíveis fontes de poluição e para isso, é válido o emprego de variáveis limnológicas, pois assim, é possível atingir um adequado monitoramento dos corpos hídricos (SANTOS, 2022; LEMES, 2021). Portanto, fica claro que o monitoramento é um dos principais pilares da política de planejamento e gestão dos recursos hídricos, pois observa, supervisiona e analisa seus usos e, é capaz de identificar os efeitos das modificações em sua estrutura, além de aspectos físicos, químicos e biológicos da água, dessa forma auxilia nas ações de controle ambiental (CENTENO, 2017). Entretanto, somente analisar individualmente os parâmetros de qualidade hídrica, com base na legislação CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), não é suficiente para construção de uma visão global do que ocorre no manancial (DROSE et al., 2020).

Para esta finalidade, pode-se recorrer à estatística multivariada, tal como a análise de agrupamentos (AA), também denominada de análise de cluster (HAIR et al., 2005). Segundo FLORES (2022), AA é uma ferramenta de grande utilidade por deter a capacidade de ordenar dados multivariados através da sua similaridade. Por consequência, as pesquisas a respeito da qualidade da água podem definir o grau de similaridade dos parâmetros limnológicos sendo avaliados em diferentes pontos do mesmo curso d'água (preservados e alterados) (COSTA et al., 2021). Permitindo dessa forma, a inferência de possíveis fatores/fontes que influenciam na qualidade do curso hídrico, oferecendo instrumentos para obter soluções rápidas para problemas de poluição (SAAD; HAMDAN, 2020). À vista disso, este estudo objetivou analisar a qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos e suas similaridades, por meio de análise estatística descritiva e análise de agrupamento.

2. METODOLOGIA

2.1 caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio dos Sinos/RS (BHRS), está localizada no nordeste do Estado, entre os paralelos 29º e 30º Sul (FEPAM, 2022). Nesta área os dados foram coletados de 11 pontos distintos, pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), durante o período de fevereiro de 2015 a fevereiro de 2018 (SEMA, 2022). As coletas foram realizadas pela FEPAM, de acordo com a metodologia descrita pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, assim como os métodos analíticos e a preservação das amostras seguem os procedimentos definidos por APHA (2005). As variáveis utilizadas neste estudo foram: Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Turbidez (TH),

Fósforo Total (PT), Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK), Escherichia Coli (E. coli), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), Potencial Hidrogeniônico (pH) e Oxigênio Dissolvido (OD). Estas foram escolhidas por possuir uma apresentação de menor número de falhas amostrais.

2.2 Análise estatística

Primeiramente foi aplicada a análise estatística clássica, através de medidas de posição, medidas de dispersão, bem como de formato da distribuição. Sendo que, os resultados foram comparados ao CONAMA 357/2005 para rios de águas doces de classe II. Posteriormente foi empregada a análise de agrupamento, a fim de identificar as possíveis fontes de poluição. Para isto, utilizou-se o método de Ward's, para ligação entre os grupos formados, baseado na homogeneidade dos mesmos e como medida de similaridade entre as variáveis foi operada a distância Euclidiana. Para a realização da análise de agrupamento foi utilizado o software R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da estatística descritiva dos parâmetros limnológicos de qualidade da água da Bacia do Rio dos Sinos foi possível analisar o comportamento dos parâmetros limnológicos da qualidade da água. E assim observar que o oxigênio dissolvido que é o parâmetro essencial para a sobrevivência dos organismos aeróbicos, apresentou um valor mínimo de 1,710 mg/L OD, estando assim abaixo do valor mínimo estabelecido pelo CONAMA 357/2005 (5 mg/L OD). Analisando a Demanda bioquímica de oxigênio, que representa quantidade de oxigênio consumida por microrganismos presentes nos despejos, este apresentou a concentração máxima de 13 mg/L, estando assim também acima do permitido pela resolução CONAMA 357/2005, sendo a máxima de 5 mg/L, contudo observa-se que o valor médio da DBO₅ esteve dentro dos limites estabelecidos. Já com relação a Escherichia Coli, o seu valor médio (5068 mg/L), está acima do limite estabelecido pela legislação (2000mg/L). A EC, é um microrganismo pertencente à família Enterobacteriaceae, constituindo parte da microbiota normal do trato intestinal de humanos e de animais de sangue quente (SPERLING, 2018).

Já com relação aos nutrientes, nitrogênio total e fósforo total, estes apresentaram a concentração máxima respectivamente de 7,61mg/L e 0,83mg/L, estando assim fora dos limites estabelecidos que são respectivamente. Estes nutrientes quando em elevadas concentrações podem conduzir a um crescimento exagerado de algas, levando assim ao processo de eutrofização (SPERLING, 2018). Destaca-se ainda que as demais variáveis, com exceção do pH, também apresentaram seus valores máximos acima da legislação vigente.

Segundo SIMIONATTO *et al.* (2022), os valores acima do permitido na legislação podem estar atribuídos às matas ciliares desprotegidas, causando erosão e no transporte de partículas do solo para corpos d'água e do processo de adubação que contém nitrogênio e fósforo em sua composição. Para Tavares *et al.* (2021), a baixa concentração de OD pode estar relacionada aos processos naturais de autodepuração dos corpos d'água ou pela oxidação de compostos orgânicos.

Ao aplicarmos a AA obtivemos a formação de um dendrograma (Figura 1) para as variáveis de diferentes pontos do curso d'água, neste o corte foi realizado a 60% e seguiu-se a metodologia de HAIR *et al.*, (2009). Os grupos formados 1 e 2, apresentam os parâmetros analisados que ultrapassaram o valor da CONAMA 357/2005. Este fato pode ser visualizado na Figura 1 em que ambos os grupos apresentaram maior Distância Euclidiana. O grupo 1 possivelmente esteja relacionado aos processos erosivos que ocorrem nas margens do rio, assim como

pelos processos agropecuários (COSTA et al., 2021). Já o grupo 2 pode estar associado ao lançamento de efluentes domésticos (DROSE et al., 2020).

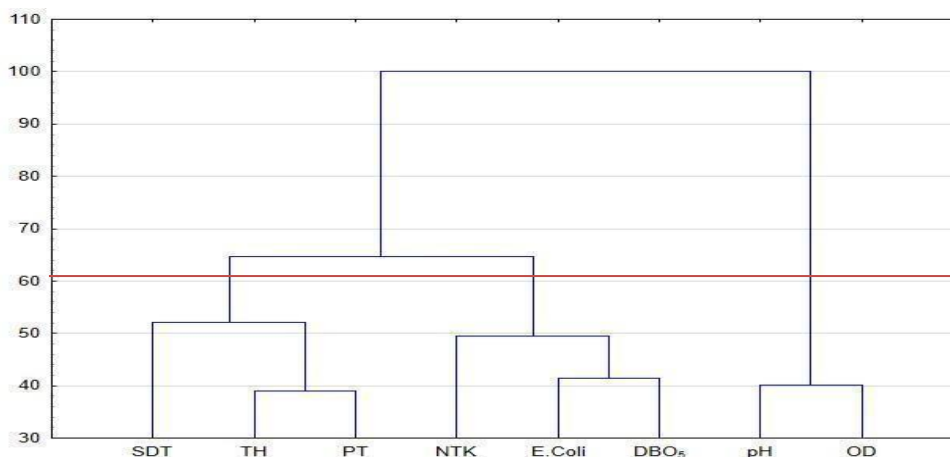


Figura 1: Dendrograma formado contendo as variáveis da qualidade da água pertencentes a BHRS.

Por fim, o grupo 3 pode estar associado ao lançamento de efluentes industriais, favorecendo a redução do pH e a oxidação de compostos químicos (LEMES, 2021). ZHANG et al. (2022), aplicaram a análise de cluster conjuntamente ao índice de qualidade da água, para compreensão dos padrões espaço-temporais de qualidade da água do rio Nanxi, situado na Bacia Hidrográfica de Taihu na China, onde foram identificados potenciais fontes de contaminação como a presença de nutrientes, matéria orgânica, coliformes fecais e óleo, onde em 85% das 14 estações de monitoramento da qualidade hídrica foi classificada em média ou baixa.

Outrossim, no estudo desenvolvido por JO, LEE e KWON (2022), foram comparadas as mudanças hídricas que ocorreram na Bacia Hidrográfica do rio Nakdong, na Coreia do Sul, anterior e posteriormente a construção de oito açudes e onde a análise de agrupamento demonstrou as alterações que houveram na área e que tiveram grande influência dos altos valores de nutrientes de nitrogênio e fósforo na fase de pré-construção e após, foram os parâmetros de DBO₅ e o carbono orgânico total.

4. CONCLUSÕES

Através deste estudo, foi possível analisar a qualidade da água da bacia do Rio dos Sinos por conta do comportamento dos parâmetros limnológicos. Portanto, a partir dos resultados obtidos, pode-se inferir sobre as principais fontes de poluição existentes no Rio dos Sinos. Em estudos futuros, espera-se poder explorar espacialmente estas fontes de poluição.

Agradecimentos

Os autores deste estudo, gostariam de agradecer a Pró-reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação (PROPEP) do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas, pelo apoio e estrutura no projeto de pesquisa cadastrado na PROPEP: D12211221/124.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como

estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Resolução Conama N° 357**. Brasil.

CARVALHO, João Marcos. **Reservatório da Uhe Jurumirim**: estudo de caso: reservatório da Uhe Jurumirim. 2021. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiente, Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

CENTENO, Luana Nunes. **Proposta metodológica para a construção de índices de qualidade da água na bacia hidrográfica Piratini-São Gonçalo-Mangueira, RS**. 2021. 190 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

COSTA, Jamerson Souza da *et al.* Estado de conservação e qualidade da água em uma bacia hidrográfica periurbana na Amazônia Central. **Scientia Plena**, [S.L.], v. 17, n. 9, p. 1-19, 18 out. 2021.

DROSE, Andressa *et al.* Utilização de Métodos Estatísticos Multivariados no Monitoramento de Qualidade da Água da Lagoa Mirim. **Meio Ambiente (Brasil)**, Pelotas-RS, v. 2, n. 4, p. 58-67, 18 ago. 2020.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler – FEPAM. Monitoramento da qualidade da água da região hidrográfica das bacias litorâneas. Site oficial da FEPAM. 2022.

FLORES, Rafael Almeida. **Método de avaliação da eficiência no uso de água em edificações educacionais**: um sistema de benchmarking por análise de agrupamentos e lógica fuzzy. 2022. 215 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

HAIR, Joseph F Jr *et al.* Análise de correlação canônica. In: HAIR, Joseph F Jr *et al.* **Análise Multivariada de Dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. p. 361-380.

LEMES, Cryslara de Souza. **Avaliação da Qualidade da água do Ribeirão Sampaio em Pires do Rio – GO antes e após o lançamento de efluentes de abatedouro avícola**. 2021. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, Urutaí (GO), 2021.

SAAD, Zainb A.A. Al; HAMDAN, Ahmed N. A. Journal of Water and Land Development. **Journal of Water and Land Development**, [S.L.], p. 1-10, 2020.

SANTOS, Thays Mendes. **Estudo de caso descritivo sobre a viabilidade do projeto Tietê com foco no tratamento de efluentes**: estudo de caso descritivo sobre a viabilidade do projeto Tietê com foco no tratamento de efluentes. 2022. 83 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2022.

SEMA. Secretaria Estadual do Meio Ambiente - RS. **Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. 2010. Disponível em: Acesso em: setembro 2022.

SIMIONATTO, Henzo Henrique *et al.* Análise das concentrações de nitrogênio, fósforo e sólidos totais presentes na água do Córrego do Galante - SP. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 1-9, 7 jun. 2022.

SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade da água e tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2018. 472 p.

Semanal. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista.

TAVARES, Carolina Costa *et al.* Qualidade da água na bacia hidrográfica do córrego Piraputangas, Cáceres, Mato Grosso. **Revista Equador**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 155-182, 19 ago. 2021.