

ANÁLISE DISCRIMINANTE COMO SUPORTE À ANÁLISE SAZONAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NA LAGOA MIRIM/RS

JULIA SOUZA MANZKE¹; CARINA KRÜGER BORK²; HUGO ALEXANDRE SOARES GUEDES³

¹Discente UFPEL/Engenharia Civil – julia-manzke@hotmail.com

²Discente UFPEL/PPG Recursos Hídricos – borkcarina@gmail.com

³Docente UFPEL/Engenharia Civil – hugo.guedes@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a qualidade da água superficial é uma questão sensível devido aos seus efeitos sobre a saúde humana e o ecossistema aquático (MONICA; CHOI, 2016). Os impactos de fontes pontuais e não pontuais de poluição na qualidade da água são questões vitais em muitas partes do mundo, o que torna o seu monitoramento e a análise de padrões espaciais importantes, além de tendências temporais, questões de grande preocupação ambiental (GAZZAZ et al., 2012).

A possível variabilidade da qualidade das águas pode ser atribuída às atividades antropogênicas e a sazonalidade devido aos vários processos físicos e químicos (AWADALLAH; YOUSRY, 2012; MONICA; CHOI, 2016). Segundo OUYANG et al. (2006) um aspecto importante para avaliar as variações temporais da poluição é a caracterização das mudanças sazonais na qualidade das águas superficiais causadas por insumos naturais ou antropogênicos de fontes pontuais e não pontuais. GARIZI; SHEIKH; SADDODIN (2011) afirmam que a sazonalidade encontrada nas variáveis de qualidade de água pode ser explicada em termos das variações provocadas pelas características climatológicas e hidrológicas associadas as estações frias ou temperadas e secas. Portanto, é necessária uma avaliação mais profunda para verificar a sazonalidade presente nas variáveis de qualidade de água.

As avaliações da qualidade de água são baseadas na análise e interpretação de dados analíticos multidimensionais, pela sua complexidade, demandam o uso das técnicas estatísticas multivariadas, as quais irão auxiliar na extração de informações que permitirão avaliar a qualidade da água por meio de tendências, variações temporais e determinantes socioambientais (LIMA et al., 2015). Uma ferramenta que vem sendo utilizada por muitos autores com intuito de avaliar a qualidade sazonal da água é a análise de discriminante (BOYACIOGLU; BOYACIOGLU, 2010; GARIZI; SHEIKH; SADDODIN, 2011; HAJIGHOLIZADEH; MELESSE, 2017). Segundo BOYACIOGLU; BOYACIOGLU (2010), a análise envolve a combinação linear de duas ou mais variáveis independentes que discriminarão entre grupos previamente estabelecidos, sendo assim, concluíram que a análise de discriminante pode ser aplicada com sucesso para estabelecer a variação sazonal na qualidade de água e possibilitar a concepção de uma melhor estratégia de monitoramento temporal. Objetivou-se com este estudo avaliar a variação sazonal da qualidade da água superficial na Lagoa Mirim, localizada no sul do Estado do Rio Grande do Sul, empregando a análise discriminante.

2. METODOLOGIA

De acordo com CORADI et al. (2009), a bacia da Lagoa Mirim estende-se do sudoeste do estado do Rio Grande do Sul até o norte no Uruguai, com uma superfície

de 62.250 km², sendo 47% situada em território brasileiro e 53% em território uruguaio. A classificação do clima segundo Köppen é subtropical de verão úmido e quente do tipo Cfa com temperaturas médias nos meses mais quentes, superior a 22°C e nos meses mais frios inferior a 18°C, com a precipitação média anual de 1.450mm (ALVARES et al., 2013).

A qualidade da água foi monitorada de junho de 2013 a dezembro de 2016 em sete pontos na bacia: 1 - Praia do Pontal; 2 - Fazenda Bretanha; 3 - Fazendo São Francisco; 4 - Capilha; 5 - Curral Alto; 6 - Vila Anselmi; e 7 - Porto Santa Vitória. A coleta das amostras e a realização das análises laboratoriais foram realizadas pela equipe técnica da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim, seguindo a metodologia descrita por APHA (2005), totalizando 22 coletas em cada local de amostragem. Foram selecionadas nove variáveis para avaliar a qualidade da água, sendo elas: temperatura (T), turbidez (Tb), pH, condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio total (NT), fósforo total (PT) e sólidos totais (ST).

O conjunto de dados brutos foram organizados em duas estações em cada ano: inverno e verão. Em seguida, a normalidade da distribuição dos dados foi testada através do teste Kolmogorov-Smirnov (K-S) com um nível de significância de 5% ($p < 0.05$) e o teste M de Box foi aplicado para investigar a homogeneidade das matrizes de covariância, ou seja, o resultado desejado é ter uma estatística de teste não significativa, aceitando a hipótese nula de matrizes homogêneas (BOYACIOGLU; BOYACIOGLU, 2010; GAZZAZ et al., 2012). Desta forma, a análise discriminante foi aplicada com intuito de determinar as variáveis que apresentavam significativa contribuição na qualidade da água devido as diferenças entre as estações (GARIZI; SHEIKH; SADDODIN, 2011). Neste estudo, as estações foram consideradas como as variáveis de agrupamento temporal, sendo usadas na análise como variáveis dependentes, enquanto as variáveis de qualidade de água foram analisadas como variáveis independentes. As análises estatísticas foram realizadas no software IBM SPSS Statistics v. 20.0

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A normalidade de todas as variáveis foram confirmadas pelo teste K-S, bem como a homogeneidade da matriz de covariâncias através do teste M de Box que apresentou significância igual a 0,625. A análise discriminante foi aplicada no modo Stepwise, onde uma variável que minimizou a estatística global de lambda de Wilks foi inserida ou removida em cada etapa. A estatística lambda de Wilks mostra a capacidade discriminatória da função para a separação do caso em grupos, onde pequenos valores de significância indicam que a análise de discriminante foi efetiva (HAJIGHOLIZADEH; MELESSE, 2017). Neste estudo, a estatística lambda de Wilks foi igual a 0,088. A análise de discriminante forneceu uma equação correspondente a cada estação do ano:

Verão: 11,954 T+0,460 CE – 6,046 DBO – 165,366

Inverno: 7,555 T+0,374 CE – 1,099 DBO – 78,846

CUNHA et al. (2013) afirmam que devido ao clima subtropical da região as estações são bem definidas promovendo variação das características físicas, químicas e biológicas dos lagos ao longo do ano, causando alterações no metabolismo do ecossistema e na sua biodiversidade. A temperatura é uma das



variáveis que apresentaram maior significância no verão devido, principalmente, ao clima da região. WIT; MAZOUNI; VIAROLI (2012) apontam as mudanças climáticas como um fator previsto para afetar a temperatura em lagoas costeiras. PATEL; VAGANI (2015) destacam que a temperatura da água controla a taxa de todas as reações químicas e afeta o crescimento, a reprodução e a imunidade dos peixes, sendo que as alterações climáticas drásticas podem ser fatais para os peixes.

Nota-se que a variável DBO apresentou uma variabilidade negativa entre as duas estações, sendo maior no verão. Pode-se inferir que o aumento DBO é uma medida de contaminação de material orgânico em água que indica a quantidade de oxigênio dissolvido necessária para a decomposição bioquímica de compostos orgânicos e a oxidação de certos materiais inorgânicos (PATEL; VAGANI, 2015). De acordo com PEJMAN et al. (2009), a DBO é umas das variáveis mais importantes na variação de qualidade de água durante as estações, pelo fato de que a entrada de águas residuais domésticas causa considerável poluição e variações extras na qualidade da água durante mais tempo do ano.

A condutividade elétrica reflete qualitativamente o estado de poluição inorgânica (OJOK; WASSWA; NTAMBI, 2017). Em seu estudo no rio Chehelchay localizado na parte nordeste do Irã, GARIZI; SHEIKH; SADDODIN (2011) concluíram que os valores elevados de condutividade são resultado da diminuição da precipitação ou descarga, aumento da intensidade agrícola e uso e captação de água. OLIVEIRA et al. (2015) destacam que em função dos aportes dos rios uruguaios e da baixa descarga da Lagoa Mirim em direção à Lagoa dos Patos, o tempo de permanência das águas no interior da Lagoa Mirim é alto, além dos níveis de água serem controlados pelas vazões dos rios em escalas temporais sazonais tornando-a suscetível a apresentar sérios problemas ambientais, caso seja submetida às ações antrópicas que gerem impactos na qualidade de suas águas. Portanto, os níveis baixos da Lagoa Mirim, o desenvolvimento agropecuário e a extração direta para irrigação das lavouras de arroz, que ocorrem com maior intensidade no verão na região, podem ser os principais motivos para a condutividade elétrica ter uma significativa contribuição na variação sazonal na qualidade da água da Lagoa Mirim.

4. CONCLUSÕES

i) As mudanças sazonais podem estar relacionadas às atividades antropogênicas de maior intensidade no verão como agricultura, agropecuária e despejo de águas residuais; ii) A análise discriminante foi bem sucedida para estabelecer a variação sazonal na qualidade da água superficial, possibilitando a concepção de uma futura estratégia de amostragem temporal, reduzindo custos associados ao planejamento de campo e análises laboratoriais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
APHA/AWWA/WEF. EATON, A. D. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21ª ed. Washington: American Public Health Association. 1082 p. 2005.

- AWADALLAH, A.; YOUSRY, M. Identifying Homogeneous Water Quality Regions in the Nile River Using Multivariate Statistical Analysis. **Water Resource Management**, v. 26, p. 2039-2055, 2012.
- BOYACIOGLU, H.; BOYACIOGLU, H. Detection of seasonal variations in surface water quality using discriminant analysis. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 162, p. 15-20, 2010.
- CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O.; FIA, R.; MATOS, A. T. Qualidade Da Água Superficial Da Bacia Hidrográfica Da Lagoa Mirim. **Revista De Ciências Ambientais**, v. 3, n. 1, p. 53-64, 2009.
- CUNHA, R. W.; GARCIA, J. M. D. N.; ALBERTONI, E. F.; PALMAO-SILVA, C. Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 770-779, 2013.
- GARIZI, A. Z.; SHEIKH, V. SADODDIN, A. Assessment of seasonal variations of chemical characteristics in surface water using multivariate statistical methods. **Int. J. Environ. Sci. Tech**, v. 8, n. 3, p. 581-592, 2011.
- GAZZAZ, N.; YUSOFF, M.; RAMLI, M.; ARIS, A.; JUAHIR, H. Characterization of spatial patterns in river water quality using chemometric pattern recognition techniques. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 688-698, 2012.
- HAJIGHOLIZADEH, M.; MELESSE, A. M. Assessment and spatiotemporal analysis of surface water quality using cluster and discriminant analysis. **Catena**, v. 151, p. 247-258, 2017.
- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- LIMA, C.; ZEILHOFER, P.; DORES, E.; FANTIN-CRUZ, I. Variabilidade espacial da Qualidade de Água em Escala de Bacias – Rio Cuiabá e São Lourenço, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 169-178, 2015.
- MONICA, N.; CHOI, K. Temporal and spatial analysis of water quality in Saemangeum watershed using multivariate statistical techniques. **Paddy Water Environmental**, v. 14, p. 3-17, 2016.
- OJOK W.; WASSWA, J.; NTAMBI, E. Assessment of Seasonal Variation in Water Quality in River Rwizi Using Multivariate Statistical Techniques, Mbarara Municipality, Uganda. **Journal of Water Resource and Protection**, v. 9, p. 83-97, 2017.
- OLIVEIRA, H. A.; FERNANDES, E. H. L.; MÖLLER, JR. O. O.; COLLARES, G. L. Processos Hidrológicos e Hidrodinâmicos da Lagoa Mirim. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 1, p. 34-45, 2015.
- OUYANG, Y.; NKEDI-KIZZA, P.; WU, Q.T.; SHINDE, D.; HUANG, C.H. Assessment of seasonal variations in surface water quality. **Water Research**, v. 40, p. 3800-3810, 2006.
- PATEL, J. Y.; VAGHANI, M. V. Correlation Study for Assessment of Water Quality and Its Parameters of Par River Valsad, Gujarat, India. **International Journal of Innovative and Emerging Research in Engineering**, v. 2, n. 2, p. 150-156, 2015.
- PEJMAN, A. H.; BIDHENDI, G. R.; KARBASSI, A. R.; MEHRDADI, N.; BIDHENDI M. E. Evaluation of spatial and seasonal variations in surface water quality using multivariate statistical techniques. **Int. J. Environ. Sci. Tech**, v. 6, n. 3, p. 467-476, 2009.
- WIT, R.; MAZOUNI, N.; VIAROLI, P. Preface: Research and Management for the Conservation of Coastal Lagoon Ecosystems, South–North Comparisons. **Hydrobiologia**, v. 699, p. 1-4, 2012.