

Avaliação da evolução temporal da qualidade da água da Barragem Mãe d'Água

Evaluation of the temporal evolution of the water quality of the Mãe d'Água Dam

Maria Teresa de Jesus Camelo Guedes¹; Mateus Ricardo Mendes Pessota²; Catrine Ribeiro²; Bridia Belloli Bellora Moni²; Louidi Lauer Albornoz³; Marcelo Zaro⁴; Maria Cristina A. Silva⁵

¹Aluna de doutorado do Programa de Pós- Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: mteresag1308@gmail.com

²Aluno(a) do curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: mateus27pessota@gmail.com; catrine.ribeiro1@gmail.com;

bridiabellora@gmail.com

³Técnico de laboratório no Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH-UFRGS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: louidi.lauer@ufrgs.br

⁴Engenheiro Ambiental do Campus Litoral Norte (CLN-UFRGS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: e-mail: marcelo.zaro@ufrgs.br

⁵Professora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: maria.almeida@ufrgs.br

RESUMO: A Barragem Mãe d'Água, situada no campus da UFRGS, foi construída para fins paisagísticos e de apoio a pesquisas, mas ao longo do tempo sofreu com poluição por resíduos sólidos, efluentes domésticos e sedimentos, além de eutrofização. Este estudo teve como objetivo avaliar a evolução temporal da qualidade da água da barragem, comparando os dados obtidos com os parâmetros das Resoluções CONAMA n° 357/2005 e CONSEMA n° 355/2017, por meio do cálculo do Índice de Qualidade Ambiental (IQA). Entre dezembro de 2023 e abril de 2024, o monitoramento foi realizado em quatro pontos distintos da barragem, medindo parâmetros como pH, turbidez e oxigênio dissolvido, com o uso de uma sonda multiparamétrica. Os resultados mostraram que os pontos P1 e P4 apresentaram IQA indicando qualidade regular da água, enquanto os pontos P2 e P3 exibiram qualidade ruim. O ponto P3 apresentou turbidez elevada, sugerindo contaminação por sedimentos e matéria orgânica, enquanto o ponto P2 teve baixa concentração de oxigênio dissolvido, possivelmente devido à presença de efluentes não tratados. Esses resultados destacam a degradação da qualidade da água em áreas específicas da barragem, levantando preocupações sobre os impactos ambientais no ecossistema e nas comunidades adjacentes. A pesquisa reforça a necessidade de monitoramento contínuo e de ações de mitigação para preservar a saúde ambiental da barragem e seu entorno.

Palavras-chave: Barragem Mãe d'Água, Índice de Qualidade da Água, Monitoramento Barragem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ABSTRACT: The Mãe d'Água Dam, located on the UFRGS campus, was built for landscape and research purposes, but over time suffered from pollution by solid waste, domestic effluents, and sediments, as well as eutrophication. This study aimed to evaluate the temporal evolution of dam water quality, comparing data with the parameters of CONAMA Resolutions n° 357/2005 and CONSEMA n° 355/2017, by calculating the Water Quality Index (WQI). Between December 2023 and April 2024, monitoring was performed at four distinct points of the dam, measuring parameters such as pH, turbidity, and dissolved oxygen, using a multiparameter probe. The results showed that points P1 and P4 had WQI indicating regular water quality, while points P2 and P3 exhibited poor quality. The P3 point presented high turbidity, suggesting contamination by sediment and organic matter, while the P2 point had low concentration of dissolved oxygen, possibly due to the presence of untreated effluents. These results highlight the degradation of water quality in specific areas of the dam, raising concerns about environmental impacts on the ecosystem and adjacent communities. The research reinforces the need for continuous monitoring and mitigation actions to preserve the environmental health of the dam and its surroundings.

Keywords: Mãe d'Água Dam, Water Quality Index, Monitoring Dam, Federal University of Rio Grande do Sul.

INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são consideradas unidades básicas de planejamento e de gestão ambiental, sendo fornecedoras de importantes serviços ecossistêmicos à sociedade, tais como: matéria prima, recursos genéticos, ciclagem de nutrientes, suprimento de água, recreação, entre outros. A região de estudo do presente trabalho é a Barragem Mãe d'Água (BMDA), localizada na bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio, importante manancial que percorre a cidade de Porto Alegre/RS no sentido leste-oeste.

Segundo o projeto da barragem apresentado pela Comissão Especial de Obras de Irrigação (1957), ligada à Secretaria Estadual de Obras Públicas, e de acordo com (Fujimoto, 2002), a barragem foi idealizada para atender as seguintes finalidades: a) o fornecimento de água para fins de pesquisa e irrigação; b) a conexão do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) com o Campus do Vale por meio do coroamento da barragem; c) a criação de um espelho d'água com fins paisagísticos; e d) a regularização da vazão do Arroio Mãe D'Água para conter enchentes do Arroio Dilúvio.

De todas as finalidades citadas, a única que se mantém até os dias atuais é referente ao item b, tendo sido as demais inviabilizadas pelas problemáticas ambientais que passaram a assolar a região desde que a BMDA foi construída, em 1962. Dentre as problemáticas, destaca-se: o aporte de resíduos sólidos, de efluentes domésticos e de sedimentos e a eutrofização. A principal causa desses problemas ambientais é o atendimento deficitário de serviços de saneamento básico na região, consequência de um processo de urbanização desacompanhado de planejamento urbano.

Durante as últimas décadas, pesquisas foram desenvolvidas avaliando a qualidade da água da BMDA, contudo, para fins de monitoramento ambiental é necessário que a avaliação do recurso natural seja feita de forma contínua e sistemática. Os parâmetros de qualidade da água refletem a contaminação dos corpos hídricos e, a partir deles, pode ser avaliado o Índice de Qualidade das Águas (IQA) que, segundo (Menezes, 2010), é uma ferramenta matemática empregada para transformar vários parâmetros em uma única grandeza, a qual representará o nível de qualidade da água, além de ser um resultado facilmente interpretável, inclusive para a população leiga.

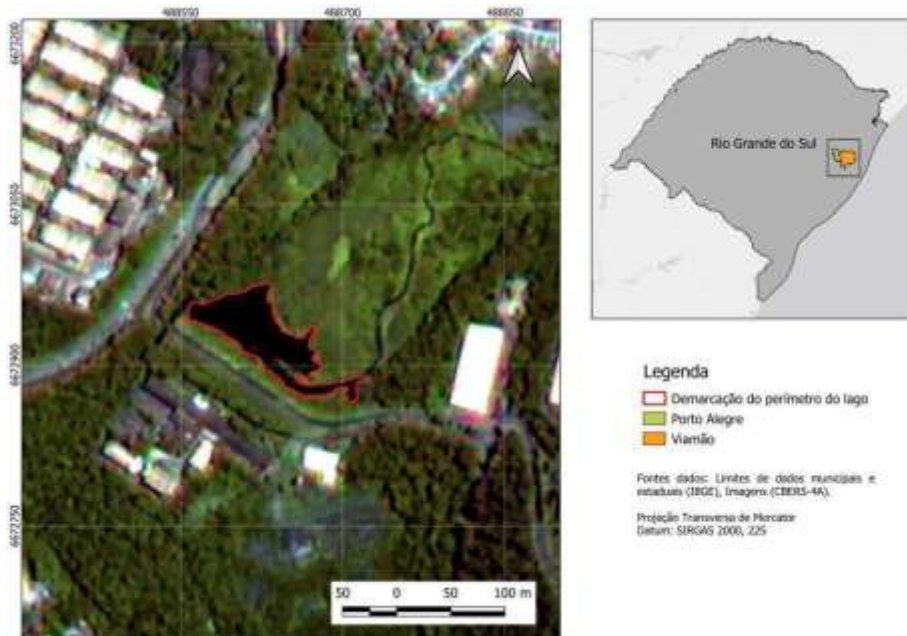
Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é avaliar a evolução temporal da qualidade da água da Barragem Mãe d'Água a partir do seu monitoramento e da comparação dos resultados com parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (Conama, 2005) e Resolução Consema n° 355/2017 (Consema, 2017) e por meio do cálculo do Índice de Qualidade Ambiental (IQA).

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de enfoque do trabalho encontra-se no território do Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na divisa entre os municípios de Viamão e Porto Alegre (**Figura 1**).

Figura 1. Delimitação da lâmina d'água da barragem não coberta por vegetação (à esquerda); mapa do Rio Grande do Sul, evidenciando os municípios de Porto Alegre e Viamão (à direita)



Para realizar o monitoramento da qualidade da água da BMDA, foram escolhidos quatro pontos de análise (**Figura 2**), estudados anteriormente por Albornoz *et al.* (2021), no período de agosto de 2020 a agosto de 2021.

Figura 2. Pontos selecionados para monitoramento



Ressalta-se que no período estudado por Albornoz *et al.* (2021), as principais atividades da universidade estavam interrompidas devido à pandemia de Covid-19, podendo este fato ter afetado os resultados obtidos, fazendo-se necessário dar continuidade aos estudos.

IQA E MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS

Para avaliar a evolução temporal da qualidade da água da BMDA, foi determinado o IQA adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), o qual é feito a partir do produtório ponderado de nove parâmetros, segundo a equação 1.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Em que, IQA é o Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100, q_i a qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e w_i o peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, dado pela equação 2.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Em que n é o número de variáveis que entram no cálculo do IQA. Os parâmetros considerados no cálculo com seus respectivos pesos são: coliformes fecais (0,15), pH (0,12), nitrogênio total (0,10), DBO (0,10), fósforo total (0,10), temperatura (0,10), turbidez (0,08), sólidos totais (0,08) e OD (0,17)

A partir do cálculo efetuado, determina-se a qualidade das águas brutas, indicada pela Faixa de classificação do IQA (CETESB, 2017), que varia em uma escala de 0 a 100. Onde $IQA < 19$ é péssima, $19 < IQA < 36$ é ruim, $36 < IQA < 51$ é regular, $51 < IQA < 79$ é boa e $79 < IQA < 100$ é ótima.

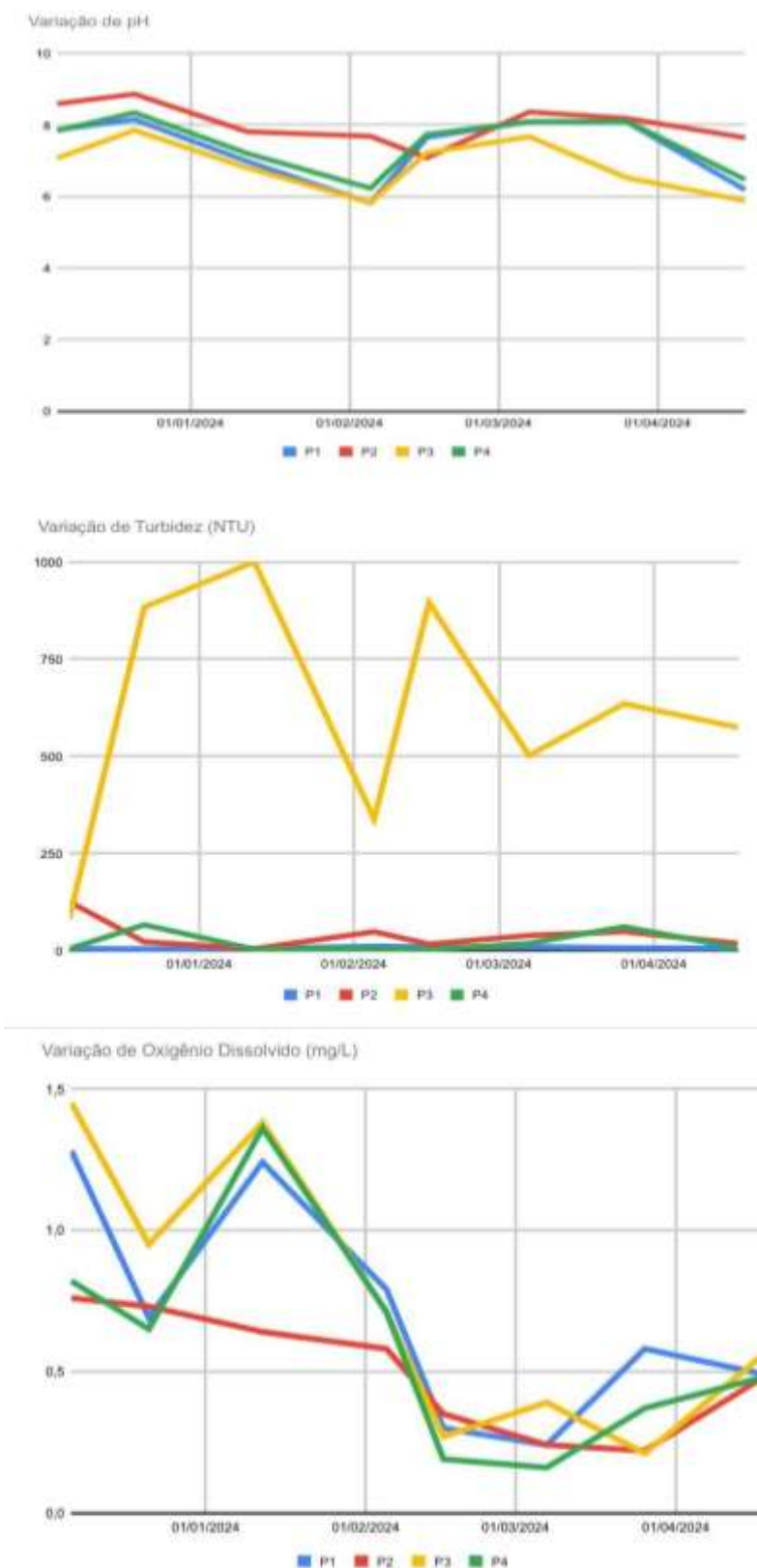
Realizou-se oito monitoramentos entre dezembro de 2023 a abril de 2024, dos seguintes parâmetros: pH, turbidez e oxigênio dissolvido (OD), utilizando sonda multiparamétrica Horiba U-52. Os parâmetros do IQA foram avaliados conforme metodologias descritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017). A quantificação dos coliformes foi realizada pelo método enzimático Colilert®. A determinação do IQA foi feita com os parâmetros obtidos entre dezembro de 2023 a fevereiro de 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

VARIAÇÃO TEMPORAL DOS PARÂMETROS PH, OD E TURBIDEZ

A **Figura 3** apresenta a variação temporal dos parâmetros de pH, OD e turbidez nos quatro pontos de estudo na BMDA.

Figura 3. Variação temporal de pH, OD e turbidez nos pontos de estudo



Os resultados de pH encontrados para o ponto P2, quando comparados ao valor apresentado na Resolução Consema nº 355/2017 para o lançamento de esgoto na natureza, representam valores em conformidade com a legislação, pois podem variar entre 6 e 9. Os pontos P1 e P4 estão de acordo com os dados da Resolução Conama nº 357. Apenas o ponto P3 apresenta maior variação de pH e possui valores fora da faixa exigida.

O valor médio do pH no ponto P4 foi de 7,50, com variações que oscilaram entre 6,23 em fevereiro de 2024 e 8,34 em dezembro de 2024. Em coletas realizadas em dezembro de 1990 e janeiro de 1991, os valores registrados foram 6,85 e 7,16, resultando em uma média de 7,1 (Rangel, 2005). Entre agosto de 2020 e agosto de 2021, o pH médio, calculado a partir de 12 coletas mensais, foi de 7,2, com o menor valor registrado sendo 6,29 em julho de 2021 e o maior de 7,83 em fevereiro de 2021 (Albornoz, 2021).

Os valores de turbidez no ponto P3 são superiores aos encontrados nos outros pontos, possivelmente por ser um ponto de encontro de diferentes contribuições, oriundas do bairro e da própria universidade, e em razão da concentração visível de sedimentos e de matéria orgânica. Destaca-se o maior valor de turbidez obtido no dia 12/01, equivalente a 1000 NTU.

Albornoz *et al.* (2021) também encontraram valores de turbidez para os pontos P3 acima dos obtidos para os demais pontos. Entretanto, o valor médio de turbidez de P3, equivalente a 70,4 NTU, foi consideravelmente inferior ao encontrado no presente estudo (613,5 NTU). Como os autores realizaram as análises no período da pandemia da Covid-19 e as principais atividades da universidade estavam interrompidos, provavelmente, os resultados obtidos podem ter sido afetados.

No ponto P4, a média de turbidez foi de 16,7 NTU, apresentando variações que oscilaram entre 3,0 NTU em fevereiro de 2024 e 61,6 NTU em março de 2024. Em coletas realizadas nos meses de dezembro de 1990 e janeiro de 1991, os valores registrados foram de 21,0 NTU e 33,0 NTU, respectivamente, resultando em uma média de 27,0 NTU (Rangel, 2005). Entre agosto de 2020 e agosto de 2021, a turbidez média, calculada a partir de 12 coletas mensais, foi de 69,42 NTU, sendo que o menor valor observado foi de 14,0 NTU em fevereiro de 2021 e o maior atingiu 167,0 NTU em novembro de 2020 (Albornoz, 2021).

Ainda na **Figura 3**, verifica-se que os valores de concentração de OD do ponto P2 são inferiores aos demais pontos. Isso pode indicar que a maior contribuição da poluição na BMDA é devido ao lançamento de efluentes não tratados provenientes do Campus do Vale da UFRGS. Albornoz *et al.* (2021) também obtiveram baixas concentrações de OD para os quatro pontos avaliados, com concentrações variando entre 1 a 5 mg O₂/L.

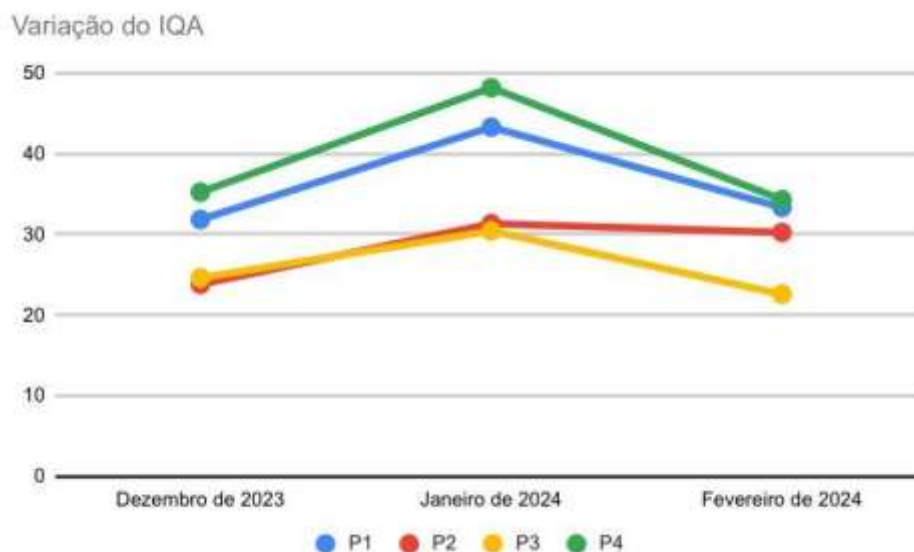
A média da concentração de OD no ponto P3 é de 0,74 mg O₂/L. A Resolução CONAMA 357/2005 indica que para corpos de água classe 1, o OD não deve ser inferior a 5 mg O₂/L. Concentrações abaixo desse valor podem comprometer a preservação da vida aquática, prejudicando o ecossistema local (Ekau *et al.*, 2010).

Em relação ao ponto P4, a média de oxigênio dissolvido (OD) durante o período de amostragem variou entre 1,9 mg O₂/L em março de 2024 e 16,6 mg O₂/L em janeiro de 2024. Entre agosto de 2020 e agosto de 2021, o menor valor registrado foi de 1,5 mg O₂/L em outubro de 2020, enquanto o maior alcançou 3,5 mg O₂/L em julho de 2021 (Albornoz, 2021). Vale destacar que os valores registrados em dezembro de 1990 e janeiro de 1991 foram mais altos, com 55 mg O₂/L e 27,5 mg O₂/L, respectivamente (Rangel, 2005), indicando menor grau de eutrofização da BMDA.

VARIAÇÃO DO IQA DOS PONTOS DE ESTUDO

Através das coletas e análises das águas dos quatro pontos de estudo, foi possível determinar os respectivos valores de IQA dos quatro pontos avaliados nos meses de dezembro/2023 a fevereiro/2024 (**Figura 4**).

Figura 4. Variação do IQA dos pontos de estudo.



Ao avaliar os dados obtidos, verifica-se que os valores médios de IQA para os pontos P1, P2, P3 e P4 são iguais a 36,1, 28,4, 25,9 e 38,9, respectivamente. Apenas os pontos P1 e P4 apresentaram média na faixa considerada regular. Em dados apresentados por Rangel (2005), o ponto P1, que corresponde ao ponto P4 deste estudo, apresentou alguns valores médios de IQA próximos nas coletas realizadas em 1990, 1991 e 2002, com médias de 43,05, 37,80 e 34,62, respectivamente. Esses valores, de acordo com a legislação vigente, indicam qualidade da água ruim em 2002 e variando entre ruim e regular em 1990 e 1991.

Diante da análise de variação temporal do IQA (**Figura 4**), destaca-se que os pontos P2 e P3 apresentaram valores de IQA dentro da faixa considerada ruim ($19 < IQA < 36$). Essa mesma classificação foi obtida para os pontos P1 e P4 nos meses de dezembro de 2023 e fevereiro de 2024. Apenas na análise da coleta realizada em janeiro de 2024, os valores de IQA dos pontos P1 e P4 estiveram na faixa considerada regular ($36 < IQA < 51$).

Na coleta realizada no mês de janeiro de 2024, uma possível razão para a melhora do Índice de Qualidade da Água (IQA) em todos os pontos de coleta, especialmente em P1 e P4, pode estar relacionada ao recesso escolar. Com as atividades no campus reduzidas na data da coleta, é provável que haja uma diminuição no lançamento de efluentes na barragem, contribuindo para a melhoria da qualidade da água.

CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos no monitoramento, verificou-se que os valores de turbidez no ponto P3 são superiores aos encontrados nos demais pontos. Nesse sentido, é

importante destacar que no local ocorre a junção de diferentes contribuições, advindas do bairro e da própria universidade. Ainda, que há décadas é despejado nesse ponto esgotos *in natura* e observa-se *in loco* a presença de sedimentos, se traduzindo em maior concentração de matéria orgânica.

As concentrações de OD no ponto P2 são inferiores aos demais pontos e isso pode indicar que considerável contribuição da poluição na BMDA se deve a fuga do lançamento de efluentes não tratados provenientes do Campus do Vale/UFRGS.

Os valores médios de IQA para os pontos P1, P2, P3 e P4 são iguais a 36,1, 28,4, 25,9 e 38,9, respectivamente. Apenas os pontos P1 e P4 apresentaram média na faixa considerada regular.

Diante dos dados obtidos de ODs nos quatro pontos em estudo, infere-se que o ecossistema local pode estar sendo prejudicado, o que também levanta preocupações sobre os impactos à comunidade que vive no entorno da barragem e a jusante.

Destaca-se que esse monitoramento e análises estão em andamento nos quatro pontos de estudo até dezembro de 2024. No entanto, em virtude das enchentes que ocorreram no Estado do Rio Grande do Sul no mês de maio de 2024, a coleta foi suspensa e o monitoramento ambiental foi retomado apenas no dia 10/06/24.

REFERÊNCIAS

ALBORNOZ, L. L., KLÜSENER, J. J., PLETSCH, J. S., BERNARDES, A. M., SILVA, S. W. D. Plano de monitoramento da qualidade da água da Barragem Mãe d'Água. In **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (31: 2020: Curitiba)**. Anais eletrônicos. Rio de Janeiro, RJ, 2021.

APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23rd ed. Washington DC: American Public Health Association, 2017.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. Apêndice D: Índice de Qualidade das Águas. São Paulo, SP. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Apendice-D-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

COMISSÃO ESPECIAL DE OBRAS DE IRRIGAÇÃO. **Projeto da barragem do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS, 1957. Secretaria Estadual de Obras Públicas e Irrigação. Comissão Especial de Obras de Irrigação. Disponível em: <https://sian.an.gov.br> . Acesso em: 12 mai. 2024.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005**. Brasília, DF: CONAMA, 2005. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 05 mai. 2024.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio

Ambiente-CONAMA. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Disponível em: 26 mai. 2024.

CONSEMA. Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução nº 355, de 13 de julho de 2017**. Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017. Disponível em: http://www.famurs.com.br/wpcontent/uploads/2018/03/CONSEMA-355_2017.pdf. Acesso em: 30 mai. 2024.

EKAU, W.; AUDEL, H.; PÖRTNER, H. O.; GILBERT, D. Impacts of hypoxia on the structure and processes in pelagic communities (zooplankton, macro-invertebrates and fish). **Biogeosciences**, v. 7, n. 5, p. 1669-1699, 2010.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Alterações Ambientais Urbanas na Área da Bacia Hidrográfica da Barragem Mãe D'água: Evolução da Ocupação e Uso da Terra. **Boletim Gaúcho de Geografia/Associação dos Geógrafos Brasileiros** - Seção Porto Alegre, v. 28, n. 1, p. 67-83, 2002.

MENEZES, J. M.; PRADO, R. B.; SILVA JUNIOR, G. D.; SANTOS, R. T. Índices de Qualidade de Água: métodos e aplicabilidade. Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto de Mudanças Ambientais. 1ed. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, v. 1, p. 325-352, 2010.

RANGEL, M. L. **A influência da urbanização na qualidade da água: Barragem Mãe D'Água – Porto Alegre – RS**. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10., 2005, São Paulo. Anais... São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

Recebido em: 29/10/2024

Aprovado em: 12/12/2024