

QUALIDADE DA ÁGUA DO LAGO GUAÍBA, NO CAIS MAUÁ, PORTO ALEGRE, EM PERÍODOS PRÉ E PÓS-ENCHENTE DE 2024

André Luís Viegas Steinert – andreviegas.steinert@outlook.com

Acadêmico de Engenharia Química, Divisão de Laboratórios (DILAB), Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM, Av. Borges de Medeiros, 261 – 90020-021 – Porto Alegre – RS

Claudia Bos Wolff – claudia-wolff@fepam.rs.gov.br

Engenheira Agrônoma, Divisão de Planejamento Ambiental, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM

Manuel Rodrigues Loncan – manuel-loncan@fepam.rs.gov.br

Biólogo, Divisão de Laboratórios, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM

Katia Helena Lipp-Nissinen – katia-nissinen@fepam.rs.gov.br

Bióloga, Divisão de Laboratórios, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM

Resumo: Os desastres hidrológicos das enchentes de 2023 e 2024 no Rio Grande do Sul provocaram larga destruição e danos socioambientais. A força e o volume das chuvas arrastaram sedimentos, resíduos, efluentes domésticos, industriais e agrícolas através de vales dos rios, atingindo o Lago Guaíba e a Laguna dos Patos. Este trabalho apresenta parte das pesquisas do Órgão de Proteção Ambiental do Estado (FEPAM) sobre a qualidade ambiental das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba frente a esse cenário. Dados referentes a dez parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram analisados e comparados, utilizando quatro amostras coletadas trimestralmente (junho de 2022 a abril de 2023) e quatro mensalmente (maio a agosto de 2024), em um ponto crítico do Lago Guaíba, no Canal dos Navegantes, junto ao Cais Mauá, em Porto Alegre. Os resultados dos parâmetros, correlacionados à precipitação total mensal, evidenciaram alterações significativas na qualidade das águas após as enchentes. A diluição decorrente dos aportes de água resultou na diminuição das concentrações de *Escherichia coli*, fósforo e salinidade, mascarando, temporariamente, importantes fontes crônicas de poluição. Já a erosão dos leitos e a ressuspensão de sedimentos causaram o aumento da turbidez e das concentrações de vários metais. Tais alterações relacionam a precipitação extrema com a degradação da qualidade da água. As implicações deste cenário para a saúde pública, os ecossistemas aquáticos e as atividades econômicas, dentre outras, apontam para políticas públicas mais efetivas de gestão do uso e ocupação do solo, prevenção de riscos, adaptação e fortalecimento de sistemas de monitoramento.

Palavras-chave: Bacias hidrográficas, desastres hidrológicos, inundações, monitoramento, Rio Grande do Sul

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

WATER QUALITY OF LAKE GUAÍBA AT CAIS MAUÁ, PORTO ALEGRE, DURING PRE- AND POST-FLOOD PERIODS IN 2024

Abstract: The hydrological disasters of the 2023 and 2024 floods in Rio Grande do Sul caused widespread destruction and socio-environmental damage. The force and volume of the rainfall dragged sediments, waste, as well as domestic, industrial, and agricultural effluents through the river valleys, reaching Lake Guaíba and the Patos Lagoon. This work presents part of the research conducted by the State Environmental Protection Agency (FEPAM) assessing the environmental quality of Lake Guaíba Basin under this scenario. Data regarding ten physicochemical and microbiological parameters were analyzed and compared using four samples collected quarterly (June 2022 to April 2023) and four monthly (May to August 2024), in a critical point in Lake Guaíba, located in the Navegantes Channel at the Cais Mauá wharf in Porto Alegre. When correlated with total monthly precipitation, the results revealed significant changes in water quality following the floods. The dilution resulting from the water influx led to decreased concentrations of *Escherichia coli*, phosphorus, and salinity, temporarily masking important chronic pollution sources. Conversely, riverbed erosion and sediment resuspension caused an increase in turbidity and higher concentrations of various metals. Such changes link the extreme precipitation and flooding events to water quality degradation. The implications of this scenario for public health, aquatic ecosystems, economic and other activities highlight the need for more effective public policies for the management of land use and occupation, risk prevention, adaptation, and the strengthening of monitoring systems.

Keywords: Floods, hydrological disasters, monitoring, river basins, Rio Grande do Sul

1. INTRODUÇÃO

Os desastres relacionados diretamente com a ação da água são os mais comuns e rotineiros na realidade atual do Brasil, em especial no Rio Grande do Sul (RS). O aumento da frequência de eventos climáticos extremos no RS em anos recentes, como secas, ciclones, chuvas volumosas e inundações, tem relação direta com as mudanças climáticas globais e os fenômenos periódicos de aquecimento e resfriamento dos oceanos, conhecidos como El Niño e La Niña, conforme indicam várias pesquisas (MARENGO, 2014; DUARTE, 2020).

No RS, os recentes desastres hidrológicos de 2023 e 2024 provocaram enxurradas, enchentes e inundações em larga escala, causando o arraste de grandes quantidades de sedimentos de solo e de diversos tipos de resíduos sólidos e líquidos, rurais, urbanos e industriais para os rios e através destes a outros corpos hídricos. Também ocorreram transbordamentos de estações de tratamento de efluentes e de esgoto invadidas por alagamentos, acarretando o escoamento superficial de dejetos líquidos nos corpos d'água naturais. A destruição generalizada afetou principalmente as regiões dos vales dos rios Taquari, Antas, Jacuí, Caí, Gravataí, Sinos, do Lago Guaíba e da Laguna dos Patos (MARENGO, et al., 2024).

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

A precipitação pluvial tem sido apontada como um dos fatores relevantes da variabilidade da qualidade da água superficial (CUNHA, 2012). Através da avaliação dos efeitos da precipitação integrados à qualidade da água superficial é possível compor importantes indicadores ambientais de riscos e vulnerabilidade da população e da biota natural (Oliveira e Cunha, 2015).

A qualidade ambiental das águas das bacias hidrográficas no RS é monitorada pela FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental, que analisa diversos parâmetros físico-químicos e biológicos periodicamente nas águas superficiais, segundo os padrões e parâmetros da Resolução CONAMA Nº357/2005.

Dentre as pesquisas sobre os efeitos dos desastres hidrológicos de 2023 e 2024 em andamento na FEPAM, alterações na qualidade das águas estão sendo avaliadas em diferentes pontos no Lago Guaíba e nas fozes de seus rios afluentes. Como parte dessas investigações, o presente trabalho apresenta um estudo comparativo de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água superficial em períodos anteriores e posteriores à enchente de 2024 em um dos pontos críticos no Lago Guaíba, objetivou-se correlacionar variáveis da qualidade da água e a precipitação, como uma linha de interpretação da vulnerabilidade socioambiental e dos riscos hidroclimáticos nas áreas de estudo

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A Bacia do Lago Guaíba possui uma área de 2.919 km² e população estimada de 1.324.782 habitantes (SEMA, 2020). O Lago Guaíba possui uma área de 496 km², com 50 km de comprimento e largura máxima de 20 km, sendo o principal corpo hídrico superficial e fonte de abastecimento da Região Metropolitana de Porto Alegre (DMAE, s/d). O Guaíba recebe as águas dos rios Jacuí, Sinos, Caí e Gravataí junto ao Delta do Jacuí, além de receber as águas de diversos arroios situados em suas margens. Conforme monitoramentos ao longo dos anos, são despejadas nas águas do Guaíba cargas poluidoras de diversas naturezas, como esgotos domésticos *in natura* ou parcialmente tratados, além de resíduos de indústrias e agrícolas (FEPAM, 2023).

A área do estudo, presentemente enfocada, é a porção do Lago Guaíba junto ao Canal dos Navegantes, Cais Mauá, na área urbana central de Porto Alegre.

2.2. Ponto de amostragem

O ponto de amostragem, com localização e identificação no Quadro 1 e na Figura 1, faz parte da Rede de Monitoramento da Qualidade da Água executada pela FEPAM.

As amostras avaliadas foram aquelas coletadas trimestralmente de 28 de junho de 2022 a 04 de abril de 2023 e em frequência mensal no período logo após a enchente de 2024, de 22 de maio a 14 de agosto de 2024, quando o nível da água do corpo hídrico ainda se encontrava elevado. As coletas de água, preservação de amostras e medições *in situ*, pelo Serviço de Amostragem da FEPAM, seguiram

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

o protocolo padrão para amostragem em águas superficiais e efluentes (Procedimento Operacional Padrão da FEPAM – POP DIRTEC 012).

Quadro 1 – Identificação e localização geográfica do ponto de amostragem.

ESTAÇÃO CÓDIGO	ESTAÇÃO DESCRIÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	MONITORAMENTO	MUNICÍPIO
87442000	CAIS MAUÁ - LAGO GUAÍBA	-30,0101	-51,2151	56 - G080 - LAGO GUAÍBA	PORTO ALEGRE



Figura 1 - Detalhe do Delta do Jacuí com a localização do ponto de amostragem 87442000, no Lago Guaíba, Cais Mauá. Fonte: Serviço de Inteligência Geoespacial - SIGeo/FEPAM, 2025.

2.3. Análise de amostras e dados obtidos

As coletas de amostras e respectivas análises laboratoriais foram realizadas com metodologias descritas em normas técnicas cientificamente reconhecidas e padronizadas nos laboratórios dos Serviços de Análises de Biologia e de Química da Divisão de Laboratórios da FEPAM (APHA, 2017). Os dados referentes foram selecionados e sistematizados para as avaliações deste estudo.

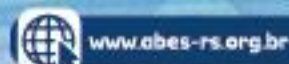
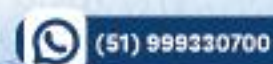
Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



A partir da plataforma *online* do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2025), foram obtidos os dados pluviométricos da área da Estação Meteorológica Jardim Botânico, em Porto Alegre.

Os parâmetros escolhidos para as análises quali-quantitativas dos dados são os seguintes:

- *Escherichia coli*
- Fósforo total
- Alumínio (Al)
- Ferro (Fe)
- Zinco (Zn)
- Nitrogênio amoniacal total
- Precipitação mensal acumulada
- Oxigênio Dissolvido
- Salinidade
- Turbidez

Os últimos três listados são parâmetros físico-químicos avaliados em campo, durante as coletas, através de sonda multiparamétrica.

2.4. Método estatístico

Considerando a não normalidade das variáveis (teste de Shapiro-Wilk), foi utilizado o coeficiente de correlação de postos de Spearman para correlacionar cada parâmetro com a precipitação mensal total observada no respectivo mês de coleta. O coeficiente de postos de Spearman (ρ) foi utilizado para avaliar a força e a direção da relação entre duas variáveis, sem que estas sigam uma distribuição normal, conforme descrito por Hollander et al. (2013). Esse coeficiente avalia a monotonicidade entre variáveis, sendo menos sensível a *outliers* (i.e., valores atípicos) e adequado para estudos ambientais com alta variabilidade natural (HELSEL; HIRSCH, 2002).

Para quantificar a variabilidade temporal dos parâmetros utilizou-se o desvio padrão relativo (DPR%), calculado como $(DP/média) \times 100$. A interpretação do DPR% seguiu categorizações estabelecidas na literatura: dispersão baixa ($DPR\% < 20\%$), moderada ($20\% \leq DPR\% < 50\%$) e alta ($DPR\% \geq 50\%$), conforme proposto por Miller e Miller (2018) em análises de qualidade ambiental.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ponto Cais Mauá (Estação 87442000) do Lago Guaíba, observaram-se reduções nas concentrações de *Escherichia coli* (*E. coli*), fósforo total (PT), salinidade e nitrogênio amoniacal total (NT) logo após as chuvas intensas, na coleta de maio de 2024. As concentrações de *E. coli* permaneceram baixas até julho, indicando a provável diluição desses contaminantes regularmente aportados ao local, pelo grande volume de água associado à enchente. Em agosto de 2024, contudo, a concentração de *E. coli* retornou a valores semelhantes aos maiores registros do período anterior à enchente, reforçando o caráter temporário da diluição.

As avaliações de todo o período estudado indicaram concentrações médias de 947,58 NMP/100 mL ($DPR\% = 94,86\%$) para *E. coli*, de 0,141 mg/L ($DPR\% = 49,29\%$) para PT, de 0,04 g/L

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

(DPR% = 39,53%) de salinidade e de 0,414 mg/L (DPR% = 126,45%) para NT. Enquanto as análises das amostras do período pós-enchentes apresentaram diminuições em relação à média total da concentração destes parâmetros: 19,07% para *E. coli* (Figura 2); 39,33% para PT (Figura 3) e 31,25% para salinidade (Figura 4).

Observaram-se valores negativos para a correlação entre a precipitação mensal acumulada e a concentração de *E. coli* ($\rho = -0,8$), de fósforo ($\rho < -0,6$), de salinidade ($\rho < -0,6$), indicando que a intensidade das chuvas causou uma diluição das concentrações destes parâmetros.

Todas as amostras do período pós-enchentes apresentaram valores de nitrogênio amoniacal total (NT) abaixo do limite de quantificação (LQ).

As amostras do período pós-enchentes apresentaram um aumento médio de 11,27% na concentração de oxigênio dissolvido (OD) em relação à média total encontrada, de 6,639 mg/L (DPR% = 21,92%). OD apresentou correlação positiva com a precipitação ($\rho > 0,3$), o que pode estar relacionado à intensificação da mistura hidrodinâmica e da reaeração durante o período de elevado aporte hídrico (MEYBECK et al., 1996).

Observou-se correlação positiva entre a turbidez e a precipitação mensal acumulada ($\rho > 0,5$), acompanhada de aumento de 26,79% em relação à média do período, de 27,181 UNT (DPR% = 41,62%) (Figura 5). A elevação da turbidez é compatível com o aumento do transporte de sólidos durante condições de alta vazão, decorrente tanto da erosão na bacia quanto da ressuspensão de partículas previamente depositadas no leito (MEYBECK et al., 1996). Posteriormente, esses processos podem ter favorecido a mobilização de poluentes associados ao solo e aos sedimentos, contribuindo para o aumento das concentrações de metais.

Os aumentos da turbidez e do oxigênio dissolvido são compatíveis com alterações na dinâmica de mistura do corpo hídrico. A elevação da turbidez pode estar associada ao maior aporte de sedimentos provenientes das porções a montante da bacia e à possível ressuspensão do material depositado no leito. Além disso, a redução da salinidade e sua correlação negativa com a precipitação sugerem a diluição dos sais pelo elevado aporte de água durante a enchente.

Apesar da ausência de resultados para alumínio (Al), ferro (Fe) e zinco (Zn) nas duas primeiras coletas pós-enchente, os dados disponíveis permitiram identificar diferenças em relação ao período anterior. Considerando todo o período do estudo, as concentrações médias foram de 1,464 mg/L para Al (DPR = 42,41%), 1,807 mg/L para Fe (DPR = 37,47%) e 0,00775 mg/L para Zn (DPR = 51,78%).

Enquanto nas amostras pós-enchente disponíveis, as concentrações médias superaram as médias do conjunto de dados em 41,05% para Al, 33,4% para Fe e 119,35% para Zn (Figura 8). A precipitação mensal acumulada apresentou correlações positivas com Al ($\rho = 0,6$), Fe ($\rho > 0,5$) e Zn ($\rho > 0,5$) no ponto Cais Mauá, no Lago Guaíba. O aumento das concentrações de metais no período pós-enchente é compatível com o transporte de constituintes associados à fase particulada, cuja mobilização pode ser intensificada pela erosão superficial do solo e pela ressuspensão de sedimentos durante eventos de elevada descarga (MEYBECK et al., 1996).

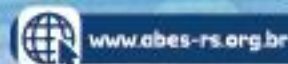
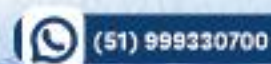
Realização



Correalizadores



Apoio Institucional



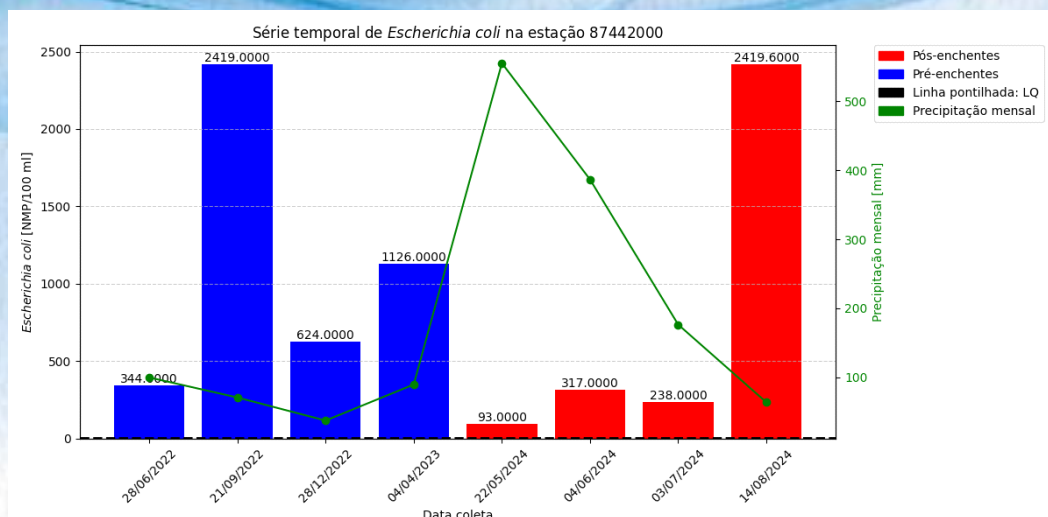


Figura 2 - Série temporal das concentrações de *Escherichia coli* (NMP/100 mL) e da precipitação mensal (mm) na estação 87442000.

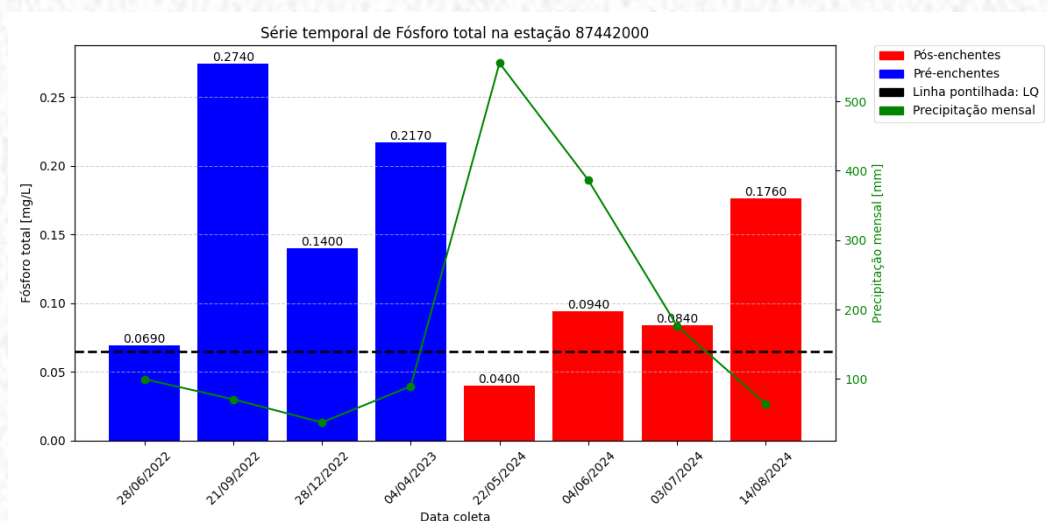


Figura 3 - Série temporal das concentrações de fósforo total (mg/L) e da precipitação mensal (mm) na estação 87442000.

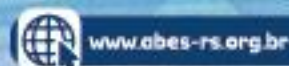
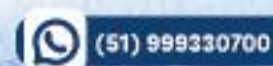
Realização



Correalizadores



Apoio Institucional



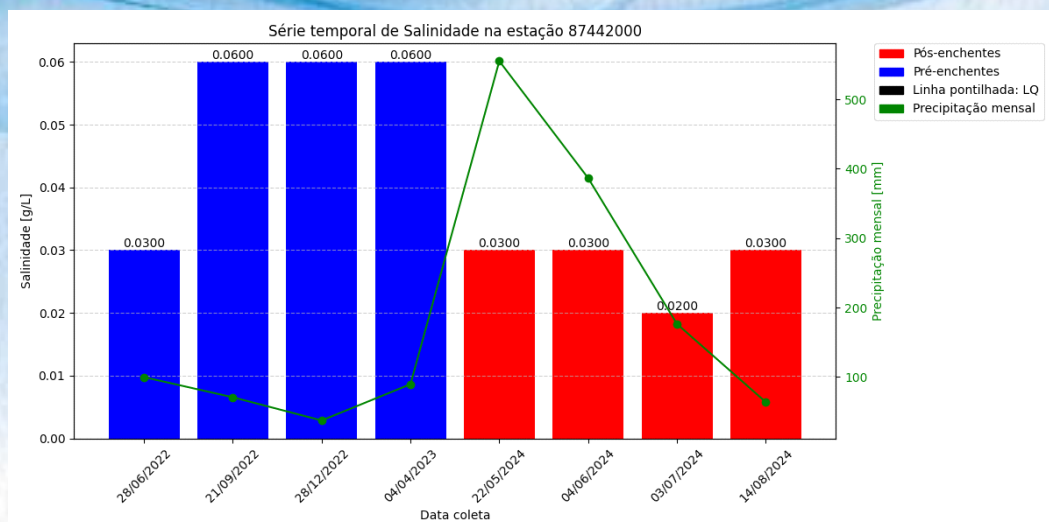


Figura 4 - Série temporal das concentrações de salinidade (g/L) e da precipitação mensal (mm) na estação 87442000.

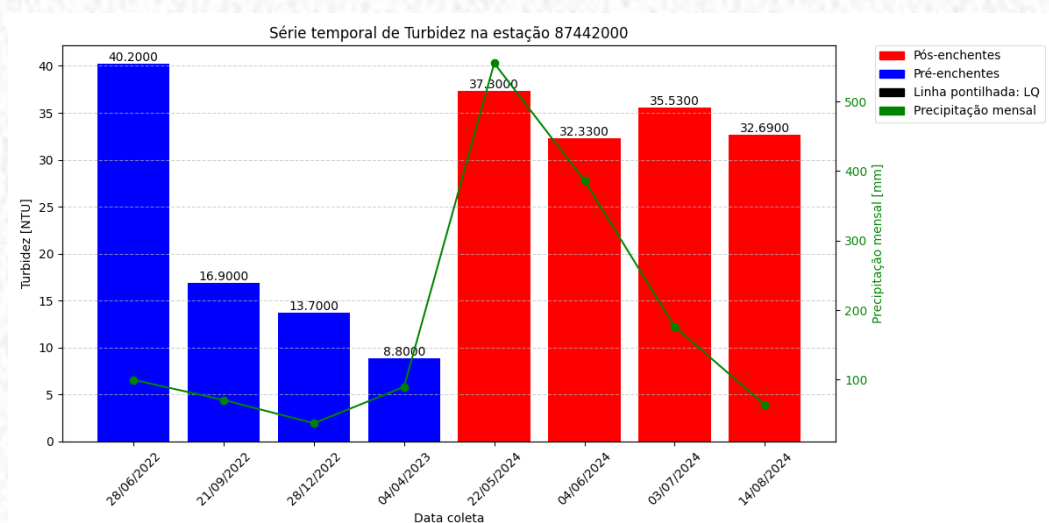


Figura 5 - Série temporal das concentrações de turbidez (NTU) e da precipitação mensal (mm) na estação 87442000.

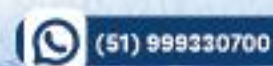
Realização



Correalizadores



Apoio Institucional



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

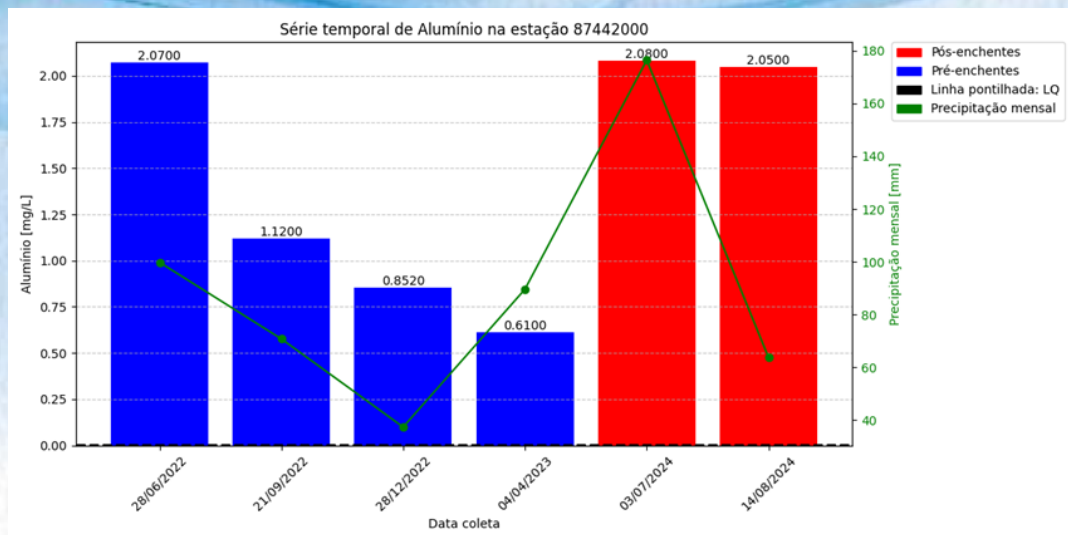


Figura 6 - Série temporal das concentrações de alumínio (mg/L) e da precipitação mensal (mm) na estação 87442000.

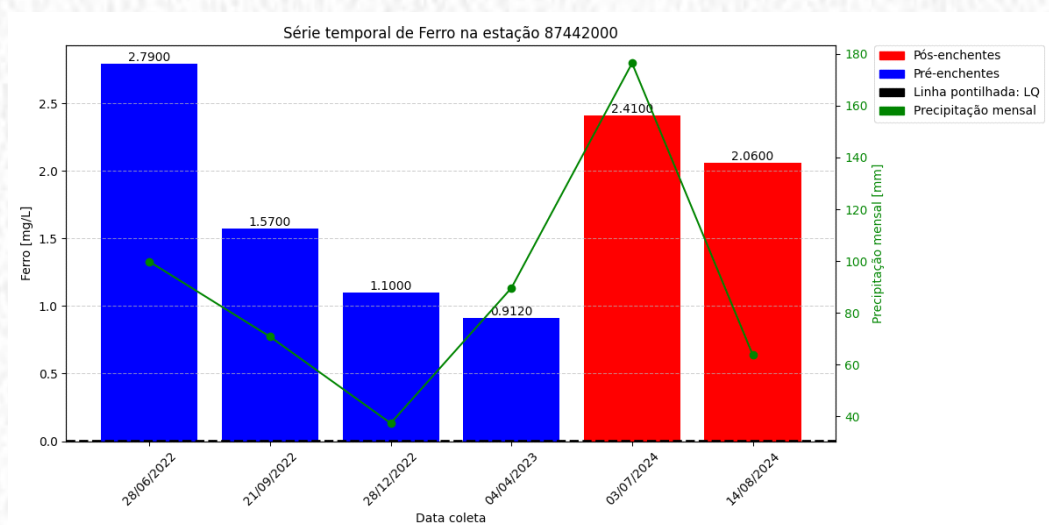


Figura 7 - Série temporal das concentrações de ferro (mg/L) e da precipitação mensal (mm) na estação 87442000.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



PUCRS



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

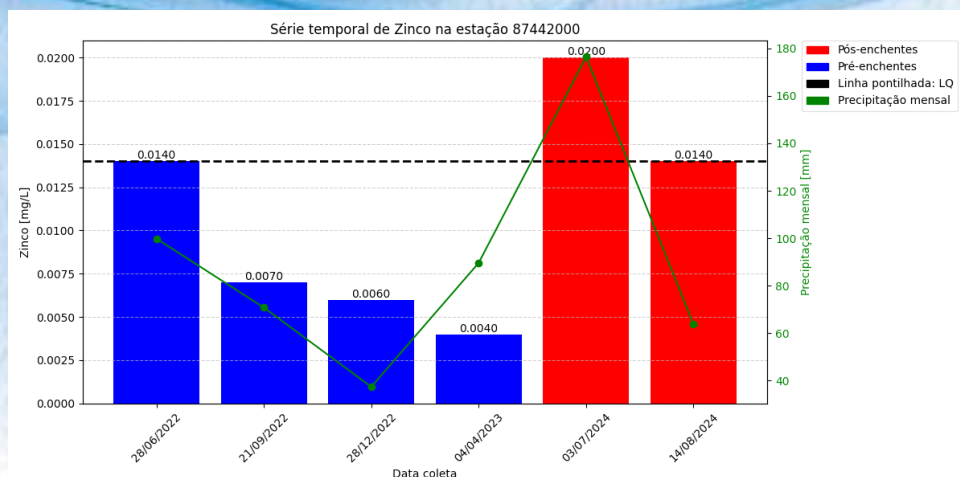


Figura 8 - Série temporal das concentrações de zinco (mg/L) e da precipitação mensal (mm) na estação 87442000.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciaram alterações expressivas na qualidade físico-química e microbiológica das águas superficiais do Lago Guaíba, na Estação 87442000, junto ao Cais Mauá, com padrões distintos entre os períodos anterior e posterior à enchente de 2024. No período pós-enchente em 2024 destacaram-se o aumento da turbidez e das concentrações de metais, compatível com sua mobilização no ambiente. Imediatamente após o evento, observou-se também redução temporária das concentrações contaminantes da enterobactéria *Escherichia coli*.

Os resultados reforçam a associação entre eventos climáticos extremos e alterações na qualidade da água, com potenciais implicações para a saúde pública, os ecossistemas aquáticos e as atividades econômicas dependentes desses recursos. As correlações positivas entre a precipitação e as concentrações de metais são compatíveis com o carreamento de materiais e, principalmente, a mobilização de constituintes acumulados no solo e nos sedimentos. Em contrapartida, as correlações negativas observadas para *E. coli*, fósforo total e nitrogênio amoniacal total sugerem que o elevado aporte de água promoveu a diluição temporária dessas concentrações, mascarando fontes crônicas de contaminação sem eliminar suas causas. Esse padrão é consistente com relações clássicas entre concentração e vazão, segundo as quais o aumento do volume escoado tende a diluir constituintes provenientes de aportes pontuais ou relativamente contínuos, como os associados ao lançamento de esgotos (MEYBECK et al., 1996).

Os resultados obtidos, mesmo sendo parte de um estudo mais amplo ainda em andamento e a ser publicado, já apontam para a urgente necessidade de pesquisas e políticas públicas integradas para mitigar a poluição difusa e pontual nas bacias hidrográficas, além do fortalecimento de sistemas de monitoramento contínuo, capazes de prever riscos e planejar adaptações em cenários de mudanças climáticas. A avaliação integrada de dados das estações de monitoramento dos principais afluentes do Lago Guaíba, bem como das demais estações analisadas do Lago, poderá apontar novas evidências,

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br

confirmando ou complementando as relatadas aqui sobre a dinâmica das alterações da qualidade da água observadas neste manancial. A gestão sustentável dos recursos hídricos e do uso e ocupação do solo, principalmente das regiões a montante da bacia, é fundamental para diminuir os riscos, reduzir a vulnerabilidade das populações e preservar a biodiversidade em um contexto de crescente instabilidade climática.

Agradecimentos

André V. Steinert, Acad. Eng. Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, agradece ao CNPq e à FEPAM pela Bolsa PIBIC. Agradecimentos aos colegas e colaboradores dos Serviços de Amostragem, Análises Biológicas e Análises Químicas da Divisão de Laboratórios/FEPAM, pelas análises; à colega Rejane Maria Valdameri, do SIGeo/FEPAM, pela confecção do mapa (Figura 1), e à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) pelo apoio na realização das análises de metais.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater** (23rd ed.). Washington DC APHA, 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA Nº 357/2005**. 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. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450 Acesso em 09 maio 2025.

CUNHA, D. G. F. **Heterogeneidade espacial e variabilidade temporal do reservatório de Itupararanga: uma contribuição ao manejo sustentável dos recursos hídricos da bacia do rio Sorocaba (SP)**. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-07012013-090300/pt-br.php>. Acesso em 09 maio 2025.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS DE PORTO ALEGRE - DMAE. **Características do Lago Guaíba**. Disponível em: https://prefeitura.poa.br/sites/default/files/usu_doc/sites/dmae/Lago%20Guaiba%20%20-%20vers%C3%A3o%20final.pdf Acesso em 09 abril 2025.

DUARTE, G. M. **Mudanças climáticas e eventos extremos no sul do Brasil: análise histórica e projeções**. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER - FEPAM. **Relatório de qualidade das águas superficiais nas regiões hidrográficas do estado do Rio**

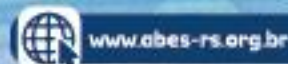
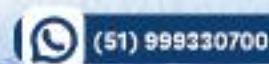
Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



Grande Do Sul. Disponível em: <<https://fepam.rs.gov.br/upload/arquivos/202306/02153953-relatorio-qualidade-das-regioes-hidrograficas-rs-2023.pdf>> Acesso em 09 maio 2025.

HELSEL, D. R., HIRSCH, R. M. **Statistical Methods in Water Resources**. V. 323, US Geological Survey, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.3133/tm4A3>>. Acesso em 09 maio 2025.

HOLLANDER, M., WOLFE, D. A., CHICKEN, E. **Nonparametric Statistical Methods**. 3ª ed.. Wiley, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Dados pluviométricos históricos do Rio Grande do Sul**. 2024. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em 09 abril 2025.

MARENGO, José A.. **Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2014. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/mc_eventos_extremos_brasil.pdf>. Acesso em 09 maio 2025.

MARENGO, José A. *et al.* O maior desastre climático do Brasil: chuvas e inundações no estado do Rio Grande do Sul em abril-maio 2024. **Estudos Avançados**, v. 38, n. 112, p. 203-228, set./dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.202438112.012>. Acesso em: 30 jun. 2026.

MEYBECK, M. et al. Rivers. In: CHAPMAN, Deborah (org.). **Water Quality Assessments: A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring**. 2. ed. London: E&FN Spon, 1996. p. 246-324.

MILLER, J. C., MILLER, J. N. **Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry**. 7ª ed. Pearson, 2018.

OLIVEIRA, A.M., CUNHA, A.C. **Análise de risco como medida preventiva de inundações na Amazônia: estudo de caso de enchente de 2000 em Laranjal do Jari-AP, Brasil**. *Ciência e Natura*, v. 37, p. 110-118, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277352618_ANALISE_DE_RISCO_COMO_MEDIDA_PREVENTIVA_DE_INUNDACOES_NA_AMAZONIA_ESTUDO_DE_CASO_DE_ENCHENTE_D_E_2000_EM_LARANJAL_DO_JARI-AP_BRASIL> Acesso em 09 maio 2025.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA - SEMA. **G080 - Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba**. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/g080-bh-guaiba>> Acesso em 09 abril 2025.

G010 - Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/g010-bh-gravatai>> Acesso em 09 abril 2025.

Realização



Apoio Institucional



Correalizadores



(51) 999330700



abes-rs@abes-rs.org.br



www.abes-rs.org.br