



Avaliação da qualidade da água através da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos e do índice de violação: estudo de caso do rio Arroio Grande e da Praia do Pontal – RS

Cipriane Maciel VIANA

Universidade Federal Pelotas-PR, E-mail: ciprianev@gmail.com;

Marlon Heitor Kunst VALENTINI

Universidade Federal Pelotas-PR, E-mail: marlon.valentini@hotmail.com

Gabriel Borges dos SANTOS

Universidade Federal Pelotas-PR, E-mail: gabrielwxsantos@hotmail.com

Diovana da Silva GUTERRES

Universidade Federal de Pelotas – PR, E-mail: didicasg@gmail.com

Bruno Müller VIEIRA

Universidade Federal de Pelotas – PR, E-mail: bruno.prppg@hotmail.com

RESUMO - A qualidade da água depende de diversos fatores e o seu monitoramento serve como um instrumento de suporte para uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos. A importância do monitoramento se dá por conta da avaliação de tendências em longo prazo da evolução da qualidade das águas, por meio da análise de variáveis físicas, químicas e biológicas. Essa avaliação faz-se de grande importância, uma vez que a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequada afetam diretamente o modo de vida de uma população. Sendo assim, o objetivo desse estudo é avaliar a qualidade da água do Rio Arroio Grande (Ponto 1) e da Praia do Pontal (Ponto 2) por meio da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, bem como apresentar o índice de violação das análises investigadas e avaliar quais parâmetros mais interferem na qualidade desses corpos hídricos. O Índice percentual de violação foi calculado nos dois pontos de amostragem, considerando a classificação de cada local de monitoramento de acordo com os limites legalmente estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/05. Através dos resultados obtidos por esse estudo pode-se concluir que foi possível avaliar a qualidade hídrica dos corpos hídricos aqui estudados. Com base nos métodos propostos, foi possível observar que um grande percentual das amostras ultrapassou os limites exigidos por lei no que concerne aos resultados de coliformes e fósforo no ponto 1, indicando possível poluição por atividades urbanas e agrícolas. Já para o ponto 2, o fósforo foi o parâmetro que mais ultrapassou os limites exigidos por lei, levando a conclusão de que esse ponto sofre mais influência das atividades agrícolas desenvolvidas em seu entorno.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoa Mirim. Coliformes Termotolerantes. Fósforo. Nitrogênio.



ABSTRACT - Water quality depends on several factors and its monitoring serves as a support tool for a water resource planning and management policy. The importance of monitoring is due to the evaluation of long-term trends in the evolution of water quality, through the analysis of physical, chemical and biological variables. This assessment is of great importance, since the availability of water in adequate quantity and quality directly affects the way of life of a population. Therefore, the objective of this study is to evaluate the water quality of the Arroio Grande river (Point 1) and Pontal beach (Point 2) through the analysis of physical-chemical and microbiological parameters, as well as to present the violation index of the investigated analyzes and to evaluate which parameters most interfere in the quality of these water bodies. The percentage violation rate was calculated at the two sampling points, considering the classification of each monitoring site according to the limits legally established by CONAMA Resolution n°. 357/05. Through the results obtained in this study, it can be concluded that it was possible to evaluate the water quality of the water bodies studied here. Based on the proposed methods, it was possible to observe that a large percentage of the samples exceeded the limits required by law regarding the results of coliforms and phosphorus at point 1, indicating possible pollution by urban and agricultural activities. As for point 2, phosphorus was the parameter that most exceeded the limits required by law, leading to the conclusion that this point is more influenced by agricultural activities carried out in its surroundings.

KEYWORDS: Mirim Lagoon. Thermotolerant coliforms. Phosphor. Nitrogen.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água depende de diversos fatores e o seu monitoramento serve como um instrumento de suporte para uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos (GUEDES *et al.*, 2012). Segundo Cunha; Calijuri (2010), a importância do monitoramento se dá por conta da avaliação de tendências em longo prazo da evolução da qualidade das águas, por meio da análise de variáveis físicas, químicas e biológicas. Essa avaliação faz-se de grande importância, uma vez que a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequada afeta diretamente o modo de vida de uma população (WHATELY; CAMPALINI, 2016).

Segundo Von Sperling (1996), a bacia hidrográfica, mesmo que em condições naturais, está sujeita a interferências, seja pelo escoamento superficial como também pela capacidade de infiltração do solo. A ação antrópica em corpos hídricos, seja por geração de despejos domésticos ou como também oriundos da indústria, está diretamente ligada à qualidade da água, uma vez que a mesma possui a propriedade de solvente e capacidade de transportar partículas, podendo assim incorporar a si impurezas que podem afetar sua qualidade (VON SPERLING, 1996). Logo, esforços para a manutenção da qualidade hídrica são de suma importância, sendo que o monitoramento da qualidade da água é fundamental para essa finalidade (BEHMEL *et al.*, 2016).



Diversos autores têm utilizado técnicas como métodos estatísticos, comparações múltiplas e índices de qualidade para realizar a avaliação e o monitoramento da qualidade hídrica (DANTAS *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2020a; VALENTINI *et al.*, 2020; VAROL, 2020). Para os fins do estudo aqui conduzido, os corpos hídricos avaliados serão o Rio Arroio Grande e a Praia do Pontal, os quais fazem parte da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo. Conforme Artigo 42 da resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é estabelecido que: “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2” (CONAMA, 2005). Sendo assim deve se considerar como classe 2 esses dois corpos hídricos.

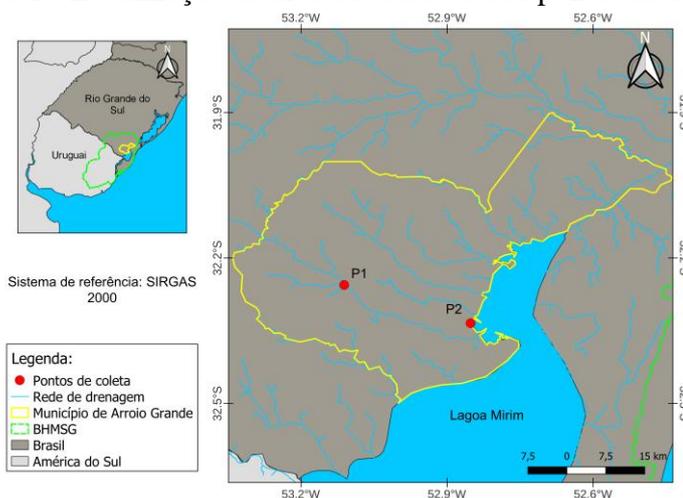
A atividade em torno de corpos hídricos através da ocupação desordenada compromete significativamente a qualidade da água usada para abastecimento, fazendo com que sejam necessárias ações para evitar que essas ações antropogênicas poluam esse recurso hídrico. Sendo assim, o objetivo desse estudo é avaliar a qualidade da água do Rio Arroio Grande e da Praia do Pontal por meio da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, bem como apresentar o índice de violação das análises investigadas e avaliar quais parâmetros mais interferem na qualidade desses corpos hídricos.

METODOLOGIA

Área de estudo e pontos de coleta

Neste estudo foi realizada a análise em dois pontos de coleta no município de Arroio Grande (Figura 1). O município de Arroio Grande faz parte do escudo Sul-rio-grandense do estado do Rio Grande do Sul, se estende por 2.508,545 km² com uma população estimada de 18.185 pessoas, densidade demográfica de 7,35 hab/km² e pertencente ao Bioma Pampa (IBGE, 2021) Vale destacar que o município de Arroio Grande pertence a grande bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo (BHMSG).

Figura 1 - Localização da área de estudo e dos pontos de coleta.



Fonte: Autores, (2022).



A Agência para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM) realiza coleta de água em dois pontos amostrais no município de Arroio Grande: o Rio Arroio Grande Latitude Sul 32°15'20.66" e Longitude Oeste 53° 4'53.19" (Ponto 1 – P1) e a Praia do Pontal nas coordenadas Latitude Sul 32°20'4.02" e Longitude Oeste 52°49'18.39" (Ponto 2 – P2) (ALM, 2008), conforme mostra a Figura 1.

A coleta no Rio Arroio Grande (P1) fica no ponto onde compreende o final do trecho dele na área urbanizada, e ele se desenvolve até chegar ao ponto da Praia do Pontal (P2), percorrendo área rural rodeado de atividades agrícolas. Os dados avaliados compreendem um período de 5 anos, começando em abril/2018 até abril/2022; considerando que no período entre março/2020 até junho/2020 não houve coleta por conta da pandemia. Ao todo foram realizado 40 coletas de água em cada um dos pontos amostrais.

Os pontos utilizados fazem parte do monitoramento realizado pela ALM (Agência para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim). A coleta foi realizada nos pontos de monitoramento mensalmente e o transporte, preservação e análise seguem as normas do *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (APHA, 2005). Essas amostras foram encaminhadas ao laboratório de águas e efluentes da ALM, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), onde foram realizadas as análises físico-químicas e microbiológicas para este estudo.

Análises Físico – Químicas e Microbiológicas

As análises realizadas nesse estudo foram às seguintes: Coliformes Termotolerantes, Fósforo (P), Nitrogênio (N), DBO e OD. Todas as análises seguiram a metodologia de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

Índice Percentual de Violação (PV)

O Índice percentual de violação foi calculado nos pontos de coleta, considerando a classificação de cada local de monitoramento de acordo com os limites legalmente estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/05, a qual classifica as águas doces em cinco classes diferentes em função dos usos a que se destinam.

O cálculo do Percentual de Violação se deu conforme apresentado na Equação 1.

$$PV = (NAA * 100) / NAT$$

Equação 1.

Onde PV é o Percentual de Violação (%), NAA é o número de amostras em cada ponto de monitoramento que ficaram acima do permitido pela legislação para determinado parâmetro e NAT é o número total de amostra por ponto para um determinado parâmetro (VALENTINI *et al.*, 2021a).

Os limites conforme a resolução CONAMA n° 357/05 para os parâmetros utilizados na análise do PV são apresentados na Tabela 1. Vale destacar que a classificação usada foi para água de Classe 2, isso porque a Bacia Hidrográfica Mirim - São Gonçalo não possui enquadramento de acordo com o Relatório Anual de Qualidade Ambiental do Município de



Pelotas (RAMB, 2016); e por esse motivo, o Rio Arroio Grande e a Praia do Pontal são considerados Classe 2.

Tabela 1 - limites conforme a resolução CONAMA n° 357/05 para os parâmetros utilizados na análise do PV.

Parâmetro	Unidade	Classe 2 Lêntico	Classe 2 Lóticos
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	≤ 1000	≤ 1000
DBO	(mg/L O ₂)	≤ 5	≤ 5
Fósforo total	(mg/L P)	≤ 0,03	≤ 0,03
Nitrogênio total	(mg/L N)	≤ 1,27	≤ 2,18
OD	(mg/L O ₂)	≥ 5	≥ 5

Fonte: CONAMA (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análises Físico-Químicas

Na Tabela 2 podem ser observadas as estatísticas descritivas dos parâmetros de qualidade avaliados, auxiliando na interpretação dos dados.

Tabela 2: Estatísticas descritivas dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Parâmetro	Coliformes Termotolerantes		Fósforo (P)		Nitrogênio (N)		DBO		OD	
Ponto	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Média	6444,21	391,77	0,31	0,41	0,64	0,52	1,85	1,55	6,59	7,56
Máximo	35000,00	13000,00	1,34	1,74	3,29	1,62	6,71	4,37	9,62	10,00
Mínimo	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,07	3,89	5,44
Desvio Padrão	9133,34	2075,57	0,44	0,49	0,72	0,46	1,32	1,00	1,45	1,15

Fonte: Autores, (2022).

Conforme pode ser observado na Tabela 2, o ponto de coleta localizado no município de Arroio Grande (P1) apresentou altos valores de Coliformes Termotolerantes. Segundo Prado; Mateus (2022), altos níveis de contaminação podem estar relacionados ao fato do corpo hídrico estar próximo a residências e a população que ali reside não dispor em sua totalidade de sistema de esgoto sanitário. O Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB) enfatiza que o esgoto contém microrganismos patogênicos, representados pelos coliformes termotolerantes, que podem estar presentes em maior ou menor quantidade, apresentando diferentes níveis de resistência (PROSAB, 2009).

O ponto de coleta na Praia do Pontal (P2) apresentou resultados inferiores no que concerne aos Coliformes Termotolerantes, conforme também apresentado na Tabela 2 e a justificativa se dá pela localização da Praia do Pontal, visto que a urbanização no local ainda é



pequena (não passando de 200 habitantes), e o fluxo de pessoas por consequência também. Apenas no mês de janeiro/2022 foi verificado aumento dos níveis e isso pode ocorrer por conta da alta temporada, ou seja, a praia do Pontal se torna o destino dos veranistas que procuram tranquilidade e desfrutar das belezas naturais às margens da Lagoa Mirim. Vale destacar que, segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (ANA, 2020), no município de Arroio Grande, onde está localizada a Praia do Pontal, não há tratamento do esgoto gerado pela população, o que certamente contribui para um maior impacto relacionado à poluição orgânica.

Ressalta-se que o período chuvoso (entre abril e setembro) e seco (entre outubro e março) também acabam influenciando na presença dos coliformes termotolerantes nas águas, onde em períodos chuvosos existe uma maior diluição dos contaminantes e no verão uma maior concentração (GOMES *et al.*, 2022).

As estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 2 corroboram essas afirmações, mostrando claramente que a média de coliformes termotolerantes foi superior no P1, bem como o valor máximo encontrado no P1 supera em muito o valor máximo encontrado no P2.

Os nutrientes P e N estão presentes em maiores quantidades em corpos hídricos devido à drenagem pluvial urbana e, principalmente, ao lançamento de esgoto (PROSAB, 2009) ou em consequência de atividades agrícolas no entorno dos recursos hídricos (DROSE *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2020a; VALENTINI *et al.*, 201b; VALENTINI *et al.*, 2021c). A concentração de P oriunda dos detergentes pode representar até 50% da concentração de P total no esgoto (PROSAB, 2009). A origem desses nutrientes no P2, segundo Droese *et al.* (2020), pode estar associada ao escoamento superficial no entorno da Lagoa Mirim, considerando que o fósforo é um dos componentes principais de inúmeros aditivos químicos utilizados em plantações (ROCHA E PEREIRA, 2016).

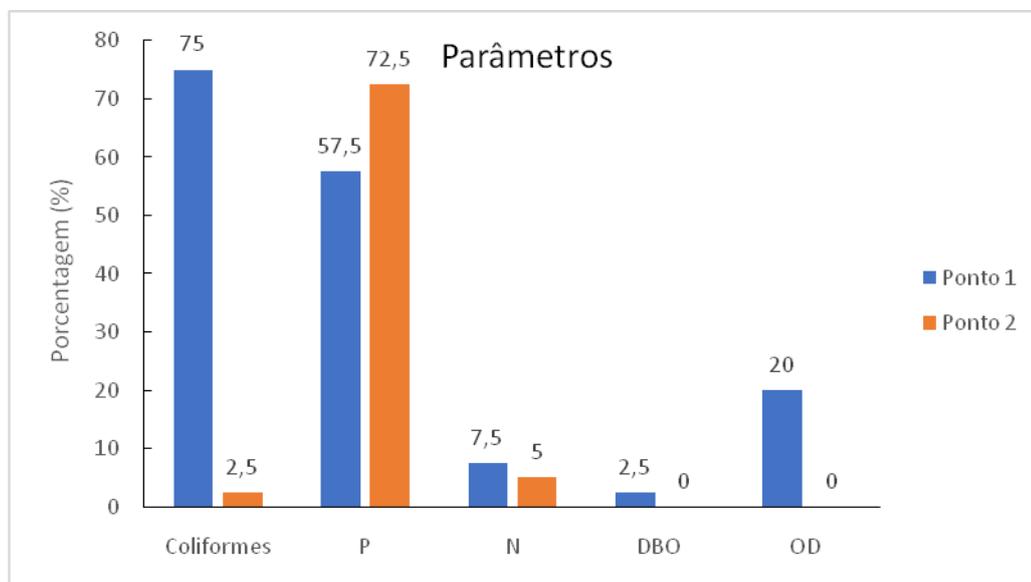
Observando os valores de DBO apresentados na Tabela 2, é possível notar que em algumas amostras o Rio Arroio Grande (P1) ultrapassa os limites estabelecidos na legislação e combinando seus resultados com os valores de OD pode-se identificar uma deterioração da qualidade da água nesse local. Segundo Von Sperling (1996) a observação de OD tem sido utilizado tradicionalmente para constatar o grau de poluição e de autodepuração em cursos d'água, onde no processo de autodepuração há um equilíbrio entre as fontes de consumo e as fontes de produção de oxigênio, e quando o consumo é superior à taxa de produção a concentração de OD diminuirá. Já no ponto na Praia do Pontal (P2), os valores de DBO e OD em sua maioria estão dentro dos limites estabelecidos na resolução.

Índice Percentual de Violação (PV)

Ao fazer uso da fórmula descrita na Eq. 1, calculou-se para os dois pontos de monitoramento o PV. Os resultados desse índice podem ser visualizados na Figura 2.



Figura 2 – Valores percentuais dos índices de violação das amostras analisadas.



Fonte: Autores, (2022).

Conforme pode ser observado na Figura 2, 75% das amostras relativas ao Coliformes Termotolerantes no Rio Arroio Grande (P1) ficaram acima dos limites exigidos por lei, ainda 57,5% das amostras de fósforo também ultrapassaram tal limite nesse ponto. Já para a Praia do Pontal (P2), as amostras de coliformes ficaram, apenas, 2,5% acima dos limites exigidos, contudo esse ponto apresentou 72,5% das amostras acima do valor limitante quando analisados os valores de fósforo, evidenciando que a Praia do Pontal possui grande influência de atividades agrícolas, enquanto o ponto de coleta no Rio Arroio Grande apresenta maior influência de atividade urbana.

O parâmetro que mais extrapolou o limite estabelecido pela resolução foi o de coliformes termotolerantes no P1 (Rio Arroio Grande). Em contrapartida, o mesmo parâmetro teve um PV baixo para o P2 (Praia do Pontal). A influência para divergência de resultados entre os dois pontos está diretamente relacionada à localização dos mesmos, conforme dito anteriormente, onde o P1 tem influência direta de atividade urbana e com isso pode estar sujeito a disposição de esgoto doméstico. Diversos autores salientam a relação entre a proximidade do regiões urbanas e o lançamento de efluentes *in natura* nos corpos hídricos com as altas concentrações de coliformes termotolerantes, corroborando os resultados encontrados para o P1 nesse estudo (GOMES *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2020b; VALENTINI *et al.*, 2020; VALENTINI *et al.*, 2021d). O P2, por sua vez, possui valores maiores de P, visto que, segundo Drose *et al.* (2020) e Vieira *et al.*, (2019), a Lagoa Mirim se localiza próxima a área agrícola, o que corrobora para maiores concentrações de nutrientes oriundos de aditivos agrícolas.

Ainda, no que concernem aos demais parâmetros (N, DBO e OD), pode-se observar que estes não obtiveram percentuais elevados acerca do índice de violação. Não obstante, é possível notar que somente no P1 houve amostras que atingiram valores que violam o



permitido em lei para os parâmetros DBO e OD, corroborando as inferências discutidas até aqui de que esse ponto pode estar sendo atingido por fontes de poluição oriundas de atividades urbanas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos por esse estudo pode-se concluir que foi possível avaliar a qualidade hídrica dos pontos coletados. Assim como, com base nos métodos propostos, foi possível observar que um grande percentual das amostras ultrapassou os limites exigidos por lei no que concerne aos resultados de coliformes e fósforo no ponto 1, indicando possível poluição por atividades urbanas e agrícolas. Já para o ponto 2, o fósforo foi o parâmetro que mais ultrapassou os limites exigidos por lei, levando a conclusão de que esse ponto sofre mais influência das atividades agrícolas desenvolvidas em seu entorno.

Não obstante, salienta-se a importância do monitoramento constante da qualidade hídrica. Logo incentiva-se que outros estudos sejam conduzidos acerca da qualidade desses corpos hídricos para que, assim, seja possível compreender melhor as fontes de poluição que podem vir a causar a deterioração da qualidade das águas desses mananciais.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores deste manuscrito não declaram conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. 2020. Disponível em: <https://metados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01> . Acesso em: 09 de março de 2023.

APHA, AWWA and WEF, **Standard Methods for the examination of water & wastewater. 21th edition**. Introduction 3500-Zn A. p. 3-106. Washington, D.C. 2005.

BEHMEL, S.; DAMOUR, M.; LUDWIG, R.; RODRIGUEZ, M. J. Water quality monitoring strategies—A review and future perspectives. **Science of the Total Environment**, v. 571, p. 1312-1329, 2016.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **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**. Brasília: Diário Oficial da União, 18 mar. 2005. Seção 1. p.58-63.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. C. Análise probabilística de ocorrência de incompatibilidade da qualidade da água com o enquadramento legal de sistemas aquáticos –



estudo de caso do rio Pariquera-Açu (SP). **Engenharia Sanitária Ambiental**, [s. l.], v. 15, ed. 4, p. 337-346, 21 nov. 2010.

DANTAS, M. S.; OLIVEIRA, J. C.; PINTO, C. C.; OLIVEIRA, S. C. Impact of fecal contamination on surface water quality in the São Francisco River hydrographic basin in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Water and Health**. v. 18, n. 1, p. 48 - 59, 2020.

DROSE, A.; VALENTINI, M. H. K.; DUARTE, V.; SANTOS, G.; NADALETI, W. C.; VIEIRA, B. M. Utilização de Métodos Estatísticos Multivariados no Monitoramento da Lagoa Mirim. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 4, p. 58–67, 2020.

GOMES, J. P.; SANTOS, G. B.; VALENTINI, M. H. K.; VIEIRA, B; M. Avaliação da variabilidade de parâmetros da qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguarão. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 40, p. 31-45, 2022.

GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A.T. & SOARES, J.H.P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p.558-63, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Arroio Grande/RS**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/arroio-grande/panorama>. Acesso em: 24 de setembro de 2022.

PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Ricardo Franci Gonçalves (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009, 352p.: il.

RAMB. Relatório Anual de Qualidade Ambiental do município de Pelotas. **Secretaria de Qualidade Ambiental**, Pelotas. 2006. Disponível em: <https://www.pelotas.com.br/storage/servicos/meio-ambiente/Ramb_2016_final.pdf>. Acesso: 24 de setembro de 2022.

ROCHA, C. H. B.; PEREIRA, A. M. Análise multivariada para seleção de parâmetros de monitoramento em manancial de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, p. 176-187, 2016.

SANTOS, G. B.; VALENTINI, M. H. K.; SILVA, L. A.; FRANZ, H. S.; CORRÊA, B. L.; VIANA, F. V.; CORRÊA, G. M.; VIEIRA, B. M.; NADALETI, W. C.; LEANDRO, D.; VIEIRA, B. M. Avaliação dos parâmetros e do índice de qualidade de água para o Arroio Moreira/Fragata, Pelotas/RS. **Revista Ibero-Americana De Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 287–299, 2020a.

SANTOS, G. B.; VALENTINI, M. H. K.; SILVA, L. A.; FRANZ, H. S.; CORRÊA, B. L.; SILVA, M. A.; CORRÊA, M. G.; VIEIRA, B. M.; NADALETI, W. C.; VIEIRA, B. M.



Análise da qualidade das águas do Arroio Moreira/Fragata (RS) através de métodos estatísticos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 217-226, 2020b.

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; DUARTE, V. H.; DROSE, A.; VIEIRA, B. M.; VIANA, F. V.; CORRÊA, M. G.; GUEDES, H. A. S.; NADALETI, W. C.; VIEIRA, B. M. Monitoramento e identificação de grupos de poluentes da Lagoa Mirim. **Revista Ibero-Americana De Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 228–235, 2020.

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; FRANZ, H. S.; VIEIRA, B. M. . Avaliação da qualidade da Lagoa Mirim por meio de métodos estatísticos e índice de violação. **Revista Ambientale**, v. 13, p. 28-37, 2021a.

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; DUARTE, V. H.; FRANZ, H. S.; GUEDES, H. A. S.; ROMANI, R. F.; VIEIRA, B. M. Analysis of the Influence of Water Quality Parameters in the Final WQI Result Through Statistical Correlation Methods: Mirim Lagoon, RS, Brazil, Case Study. **Water, Air & Soil Pollution**, v. 232, p. 1-10, 2021b.

VALENTINI, M.; SANTOS, G. B.; VIEIRA, B. M. Multiple linear regression analysis (MLR) applied for modeling a new WQI equation for monitoring the water quality of Mirim Lagoon, in the state of Rio Grande do Sul—Brazil. **SN Applied Sciences**, v. 3, p. 1-11, 2021c.

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; FRANZ, H. S.; SILVA, L. A.; MACHADO, L. L.; VIEIRA, D. S.; VIEIRA, B. M.; ROMANI, R. F.; LEANDRO, D.; NADALETI, W. C.; VIEIRA, B. M. Análise da qualidade da água da Lagoa Mirim através do IQA e de métodos estatísticos. **Revista Ibero-Americana De Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 376–384, 2021d.

VAROL, M. Use of water quality index and multivariate statistical methods for the evaluation of water quality of a stream affected by multiple stressor: a case study. **Environmental Pollution**. v. 266, p. 1- 10, 2020.

VIEIRA, B. M.; NADALETI, W. C.; VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G.; VIANA, F. V.; CORRÊA, M. G. Avaliação e comparação da qualidade das águas entre o canal São Gonçalo e a Lagoa Mirim. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.2, p.185-196, 2019.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais ,1996. v. 1. ISBN 85-7041-1 14-6.

WHATELY, M.; CAMPANILI, M. **O século da escassez: Uma nova cultura de cuidado com a Água: Impasses e Desafios**. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2016.