

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA ATRAVÉS DO ÍNDICE PERCENTUAL DE VIOLAÇÃO: ESTUDO DE CASO DO CANAL SÃO GONÇALO

Alessandra Borges de Fraga

Tecnóloga em Gestão Ambiental - IFSUL - Campus Pelotas

E-mail: fraga.aleborges@gmail.com

Lukas dos Santos Boeira

Doutor em Recursos Hídricos - UFPel

E-mail: lukasdossantosboeira@gmail.com

Samanta Tolentino Cecconello

Doutora em Ciência - UFPel

Docente IFSUL - Campus Pelotas

E-mail: samantacecconello@ifsul.edu.br

Mariana Farias de Souza

Doutora em Química Tecnológica - FURG

Docente IFSUL - Campus Pelotas

E-mail: marianafarias@ifsul.edu.br

Jéssica Etcheverria do Prado Hartwig

Tecnóloga em Gestão Ambiental - IFSUL - Campus Pelotas

E-mail: jessicaetcheverriahartwig@gmail.com

RESUMO

Os mananciais hídricos compreendem um dos pilares mais importantes para a manutenção da vida na Terra, bem como, para o equilíbrio dos ecossistemas, sendo indispensável para o desenvolvimento socioeconômico. Neste contexto, o Brasil detém aproximadamente 12% da água doce do planeta, ressaltando a importância da preservação e o monitoramento contínuo dos mananciais, o que permite identificar alterações na qualidade e quantidade desses recursos. No Rio Grande do Sul (RS), o Canal São Gonçalo exerce papel fundamental na região Sul, sendo elo de ligação entre a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos, a qual sua preservação é indispensável para garantir a sustentabilidade hídrica, bem como por sua biodiversidade de fauna e flora às suas margens. Este estudo tem como objetivo analisar a qualidade de água do Canal São Gonçalo, identificando as principais alterações para os pontos amostrados, a fim de verificar as variações dos parâmetros e sua frequência, através do Índice Percentual de Violação (PV) e apresentar formas de mitigar possíveis alterações negativas na qualidade da água do manancial. O estudo foi conduzido em dois pontos específicos de amostragem: no Campus Anglo da Universidade Federal de Pelotas e a montante da Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa. Os dados foram obtidos através da Agência para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM), e foram analisados em relação aos padrões estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357/05 para águas doces de classe II. Os valores obtidos através do PV indicam alterações na qualidade da água nos dois pontos analisados, sendo no Anglo o que obteve maiores índices de variação acima do permitido pela legislação, principalmente nos parâmetros Fósforo, Nitrogênio e Coliformes Termotolerantes. Já na Barragem e sua Eclusa, o índice obtido mais relevante foi Fósforo, que apresentou o pior resultado. Tais resultados foram obtidos, possivelmente em virtude da falta controle no lançamento de efluentes, ressaltando a necessidade de ações mitigadoras para a preservação da biodiversidade local e qualidade da água do manancial.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo, Parâmetros físico-químicos, Monitoramento.

WATER QUALITY ASSESSMENT THROUGH THE VIOLATION PERCENTAGE INDEX: CASE STUDY OF THE SÃO GONÇALO CHANNEL

ABSTRACT

Water sources are one of the most important pillars for maintaining life on Earth, as well as for the balance of ecosystems, and are essential for the population and economic growth of society. In this context, Brazil holds approximately 12% of the planet's fresh water, highlighting the importance of preserving and continuously monitoring water sources, which allows for the identification of changes in the quality and quantity of this resource. In Rio Grande do Sul (RS), the São Gonçalo Channel plays a fundamental role in the southern region of RS, being a link between Mirim Lagoon and Patos Lagoon, whose preservation is essential to guarantee water sustainability, as well as for the biodiversity of fauna and flora on its banks. The monitoring of the São Gonçalo Channel aims to analyze the main changes in water quality obtained for the points sampled in the São Gonçalo Channel, in order to verify the variations in the parameters and their frequency, through the Percentage Violation Index (PV) and to present ways to mitigate possible negative changes in the water quality of the water source. The study was conducted at two specific sampling points: Anglo and the São Gonçalo Channel Dam and its Lock. The data were obtained through the Agency for the Development of the Mirim Lagoon Watershed (ALM), and were analyzed in relation to the standards established by CONAMA Resolution No. 357/05 for class II freshwater. The values obtained through the PV indicate changes in water quality at the two points analyzed. The Anglo site showed the highest variation rates exceeding legal limits, particularly in the parameters Phosphorus, Nitrogen, and Thermotolerant Coliforms. At the São Gonçalo Channel Dam and its Lock, the most significant variation was in Phosphorus, which presented the worst result. These results were possibly obtained due to a lack of control in effluent discharge, highlighting the need for mitigating actions to preserve local biodiversity and the quality of the water source.

109

KEYWORDS: Water quality, Mirim-São Gonçalo Watershed, Physical-chemical parameters, Monitoring.

INTRODUÇÃO

A água é a substância mais abundante na superfície do planeta, sendo ela um recurso natural fundamental para a sobrevivência de todos os seres vivos e para o seu equilíbrio. Além de seu papel na composição dos seres vivos, a água está presente no ambiente, na maior parte da superfície da Terra, distribuída por oceanos, geleiras, rios e lagos, águas subterrâneas, e também na atmosfera, consistindo assim na hidrosfera, onde vivem diversos organismos que necessitam condições ambientais adequadas para sua sobrevivência (Teixeira *et al.*, 2009). Por ser um bem essencial ao desenvolvimento das populações, devido a sua localização, o recurso hídrico é um condicionante para o crescimento populacional e socioeconômico. Da água disponível no planeta, apenas 0,8% pode ser usada mais facilmente para abastecimento público, ainda sobre este dado, uma pequena fração de 0,3% é encontrada de forma superficial. Tais valores ressaltam a grande importância de se preservarem os recursos hídricos na Terra, evitando a contaminação da pequena fração disponível (Sperling, 2014). Essas contaminações podem ser oriundas do mau uso dos recursos hídricos, as quais

afetam não somente a vida de todos os seres vivos, mas também contribui para as mudanças climáticas, como o aquecimento global, que altera diretamente o ciclo hidrológico do planeta, alterando os índices pluviométricos, sendo imprescindível o controle da qualidade da água dos mananciais hídricos (Santos *et al.*, 2018).

O monitoramento e a avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas são fatores primordiais para a adequada gestão dos recursos hídricos, permitindo a caracterização e a análise de tendências em bacias hidrográficas. O uso de índices, surgem da necessidade de analisar parâmetros físico-químicos, na qualidade da água de um determinado corpo hídrico, e de informar possíveis alterações do comportamento dos parâmetros analisados (ANA, 2025). Uma forma de analisar a qualidade da água de um manancial é através do Índice Percentual de Violação (PV). O PV foi criado como uma ferramenta, a fim de auxiliar no monitoramento de qualidade da água, onde é obtido através de uma equação que resulta do número de amostras para cada ponto de monitoramento, pelo número total de amostras que estiverem acima do permitido pela legislação, de determinado parâmetro (Valentini *et al.*, 2021). Através de índices como o PV, pode-se auxiliar na gestão dos mananciais, devido à sua importância para o abastecimento, e, para cada uso ao qual são destinados. A determinação desses usos se dá através da sua classe e a qualidade que esta água deverá apresentar. O enquadramento dos corpos d'água trata-se do nível de qualidade a ser alcançado ou mantido, em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo, atendendo assim às demandas estabelecidas pela sociedade como um todo. Considerando o uso de determinado manancial para o atendimento dos usos preponderantes a que é destinado, deve atender as condições e padrões estabelecidos pela legislação brasileira (Brasil, 2005).

Através das análises do índice PV, Valentini *et al.* (2021) avaliaram a qualidade da água da Lagoa Mirim, no extremo sul do Rio Grande do Sul, manancial esse de grande importância para região e para o Uruguai, onde constatou que a Lagoa Mirim apresentou diversos pontos com alto percentual de violação dos limites de certos parâmetros de qualidade definidos pela legislação vigente, mostrando que essa lagoa vem sofrendo alterações devido a atividades antrópicas desenvolvidas no seu entorno.

Por sua vez, Vianna *et al.* (2023) utilizaram o Índice de Percentual de Violação para avaliar a qualidade da água em dois mananciais importantes da região sul do Rio Grande do Sul, o Rio Arroio Grande e a Praia do Pontal, os quais apresentaram como resultados um grande percentual ultrapassando os limites exigidos por lei, com destaque os resultados de coliformes e fósforo no Rio Arroio Grande, os quais os autores indicam que pode ser por conta de possíveis poluições por

atividades urbanas e agrícolas e para a Praia do Pontal o fósforo, levando os autores a concluir que possa sofrer influência das atividades agrícolas que existem em seu entorno.

Atento à importância do monitoramento da qualidade da água nos mananciais hídricos, um manancial que merece atenção é o Canal São Gonçalo, situado na Bacia Hidrográfica Mirim – São Gonçalo (BHMSG), na metade Sul do Rio Grande do Sul, com uma extensão de aproximadamente 76 Km, fazendo ligação entre a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos. Um destaque para tal manancial é referente a suas águas escoarem de forma natural nos dois sentidos, em maior parte do tempo da Lagoa Mirim, mas alternando sua corrente em períodos de estiagem, quando as águas salobras da Laguna dos Patos sofrem influência das águas oceânicas, formando o maior complexo lagunar da América do Sul, de elevada importância por sua grande diversidade de fauna e flora (Souza, 2015).

Segundo Souza (2015), sua preservação é de elevada importância por sua grande biodiversidade de ecossistemas, suas águas são destinadas aos mais diversos usos, como a recreação, irrigação, lazer, abastecimento humano, pesca de subsistência, além de ser um importante via de transporte fluvial, fator que influencia diretamente a qualidade deste importante recurso hídrico da região.

Diante do exposto, o presente estudo objetiva analisar a qualidade da água do Canal São Gonçalo, em dois pontos em específico sendo um no Campus Anglo da Universidade Federal de Pelotas, o qual é próximo à ligação do Canal São Gonçalo com o Canal do Pepino (principal canal de drenagem da zona urbana de Pelotas com direta ligação a descarga de efluentes domésticos) e um ponto na Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa (próximo à adutora de coleta de água bruta para Estação de Tratamento de Água São Gonçalo), através do Índice Percentual de Violação (PV).

MATERIAIS E MÉTODOS

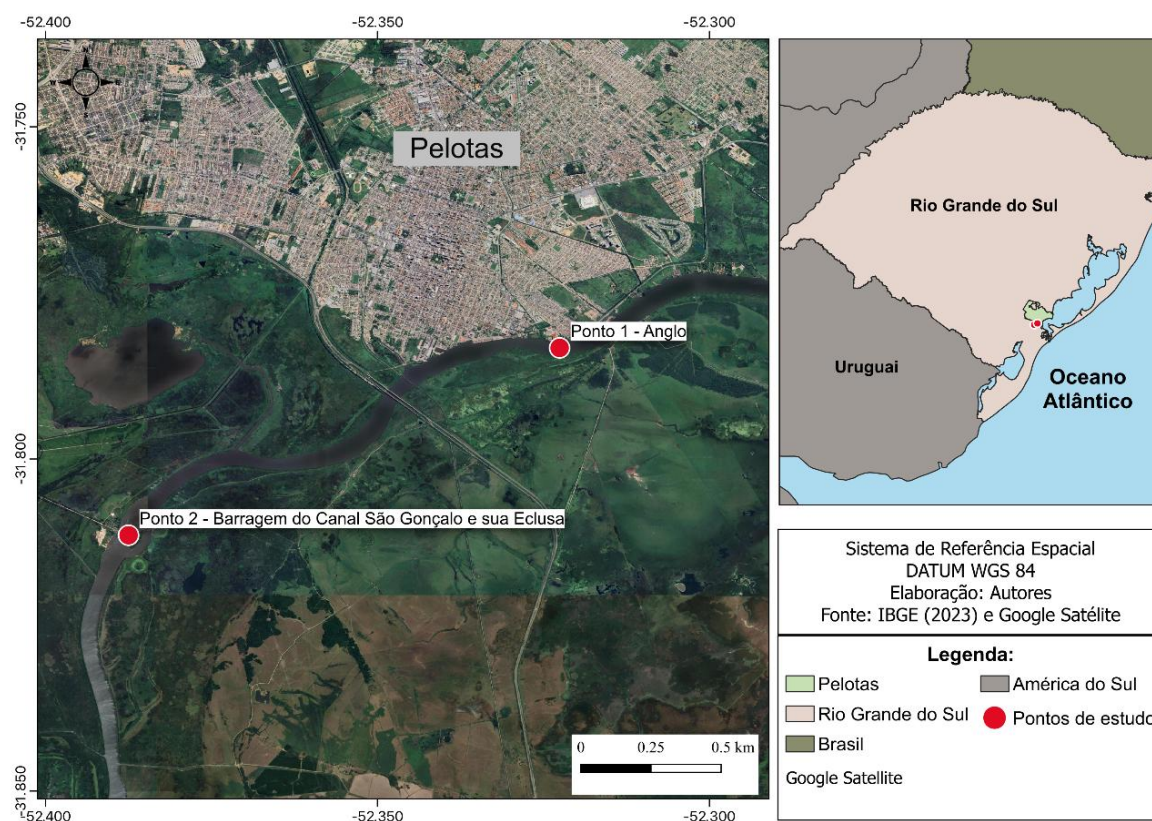
ÁREAS DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido no Canal São Gonçalo (Figura 1), manancial hídrico de grande importância para a Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo (BHMSG), uma bacia transfronteiriça, localizada entre o Brasil e o Uruguai, entre as coordenadas geográficas 31°30' a 34°35' de latitude Sul e 53°31' a 55°15' de longitude Oeste, com uma superfície de aproximadamente 62.250 km², em que 29.250 km² (47%) são em território brasileiro e 33.000 km² (53%) em território uruguaio (Fernandes; Collares; Corteletti, 2021).

A região onde se encontra o Canal São Gonçalo, apresenta uma classificação climática de Köppen do tipo "Cfa", enquadrado como temperado úmido, com verões quentes e apresentando chuvas bem distribuídas durante todo o ano (Peel; Finlayson; McMahon, 2007). Já se tratando da precipitação média mensal de aproximadamente 103 mm (média registrada entre o período de 1971 até 2020 para o mês de dezembro) a 150 mm (para o mês de fevereiro, no mesmo período), com um total anual médio de 1.399 mm e uma evapotranspiração de referência variando de 36 mm (junho) até 150 mm (dezembro) e média anual de 1.080 mm (Boeira *et al.*, 2021).

Para o presente estudo, foram escolhidos dois pontos de referência ao longo do Canal São Gonçalo, sendo o Ponto 01 referente ao Campus Anglo da Universidade Federal de Pelotas/RS (próximo a ligação do Canal São Gonçalo com o Canal do Pepino este pertencente ao sistema de drenagem pluvial da cidade) e o Ponto 02 referente a jusante da Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa (localização próxima à adutora da ETA São Gonçalo) (Figura 1).

Figura 1 - Localização dos pontos de amostragem, sendo o Ponto 01 - Campus Anglo e o Ponto 02 - Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa.



Fonte: Autores (2025).

PARÂMETROS ANALISADOS

A presente pesquisa analisou os resultados dos seguintes parâmetros: pH, Fósforo Total (P), Nitrogênio Total de Kjeldahl (NTK), Coliformes Termotolerantes (CT), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez, Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) e Clorofila *a*. A análise de cada parâmetro foi obtida a partir do banco de dados do monitoramento realizado pelo Laboratório de Águas e Efluentes da Agência para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM), onde são feitas coletas mensais em diversos pontos e analisado através dos métodos apresentados na Tabela 1. A partir das análises realizadas pelo Laboratório de Águas e Efluentes da ALM, foram obtidos os resultados através de contato direto com o Laboratório em questão.

Tabela 1 - Parâmetros analisados no estudo e respectivos métodos.

Parâmetro	Método de Análise
pH	4500H'- B - Segundo FQ -13 – FEPAM
Fósforo Total	4500 - P C. (4500 P E) - Standard Methods 22th Edition, 2012
Nitrogênio Total de Kjeldahl	4500 - Norg -B - Standard Methods 22th Edition, 2012
Coliformes Termotolerantes	9221 - E 2 - Standard Methods 22th Edition, 2012
Demanda Bioquímica de Oxigênio	5120 - B - Standard Methods 22th Edition, 2012
Oxigênio Dissolvido	4500 - O - C - - Standard Methods 22th Edition, 2012
Turbidez	2130 -B - Standard Methods 22th Edition, 2012
Sólidos Dissolvidos Totais	2540 - B - - Standard Methods 22th Edition, 2012
Clorofila <i>a</i>	Método espectrofotométrico Norma Técnica CETESB - L5.306 - 3 a.: Edição - Fev./2014, 14 páginas.

Fonte: Adaptado de ALM (2025).

ÍNDICE DE PERCENTUAL DE VIOLAÇÃO (PV)

O estudo realizou a determinação do Índice Percentual de Violação (PV) (Valentini *et al.*, 2021), obtendo os dados para o período de agosto de 2018 a março de 2025, totalizando 84 meses, e foi calculado para cada ponto analisado, considerando a classificação de cada local de monitoramento, conforme os limites estabelecidos pela resolução do CONAMA nº357/05 (Brasil, 2005). Entretanto, os dados obtidos pelo Laboratório de Análise de Água e Efluentes da (ALM) apresentou falhas, ou

seja, cada parâmetro avaliado possui um número de meses diferente para a análise. Tal diferença se dá por conta de que, durante esse período ocorreram diversas interferências como a Pandemia de COVID-19, que impossibilitou a coleta e análise em determinados meses (março a junho de 2020, dezembro de 2020). Outros meses em que não houve coleta e análise foram novembro e dezembro de 2019, maio a julho de 2024, estes em virtude das enchentes que atingiram o Rio Grande do Sul. Além dos meses que não foram realizadas as coletas e análises de água pelo Laboratório em questão, cada parâmetro tem o número máximo de coletas e análises realizadas, variando por diversos motivos tais como: problema no equipamento de análise e falta de coleta no ponto em questão.

O Canal São Gonçalo aguarda pela divulgação oficial de seu enquadramento na classe 2, o qual possui características pertinentes, e este foi utilizado para avaliar a qualidade de sua água (Valentini *et al.*, 2021). A análise dos parâmetros e os cálculos do PV foram realizados a partir da Equação 1, proposta por Valentini *et al.*, (2021) e sua respectiva classificação (Tabela 2).

$$PV = \frac{NAA \times 100}{NAT} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

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.

Tabela 2 - Classificação dos valores de PV.

Valores de PV (%)	Classificação
75,01 - 100	Muito Alto
50,01 - 75	Alto
25,01 - 50	Médio
0,00 - 25	Baixo

Fonte: Santos *et al.*, (2023).

Para análise dos resultados de PV, foram utilizados os limites conforme a resolução CONAMA n° 357/05 (Brasil, 2005) para os parâmetros em estudo, sendo apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Limites estabelecidos pela resolução do CONAMA nº357/05 para águas doces de classe II.

Parâmetro	Classe II
pH	≥ 6 e ≤ 9
Fósforo Total	$\leq 0,030$ mg/L, em ambientes lênticos $\leq 0,050$ mg/L, em ambientes intermediários
Nitrogênio Total de Kjeldahl	$\leq 1,27$ mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio	≤ 5 mg/L O ₂
Oxigênio Dissolvido	≥ 5 mg/L O ₂
Turbidez	≤ 100 NTU
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100ml) ≤ 1000
Clorofila <i>a</i>	≤ 30 µg/L

Fonte: Brasil (2005).

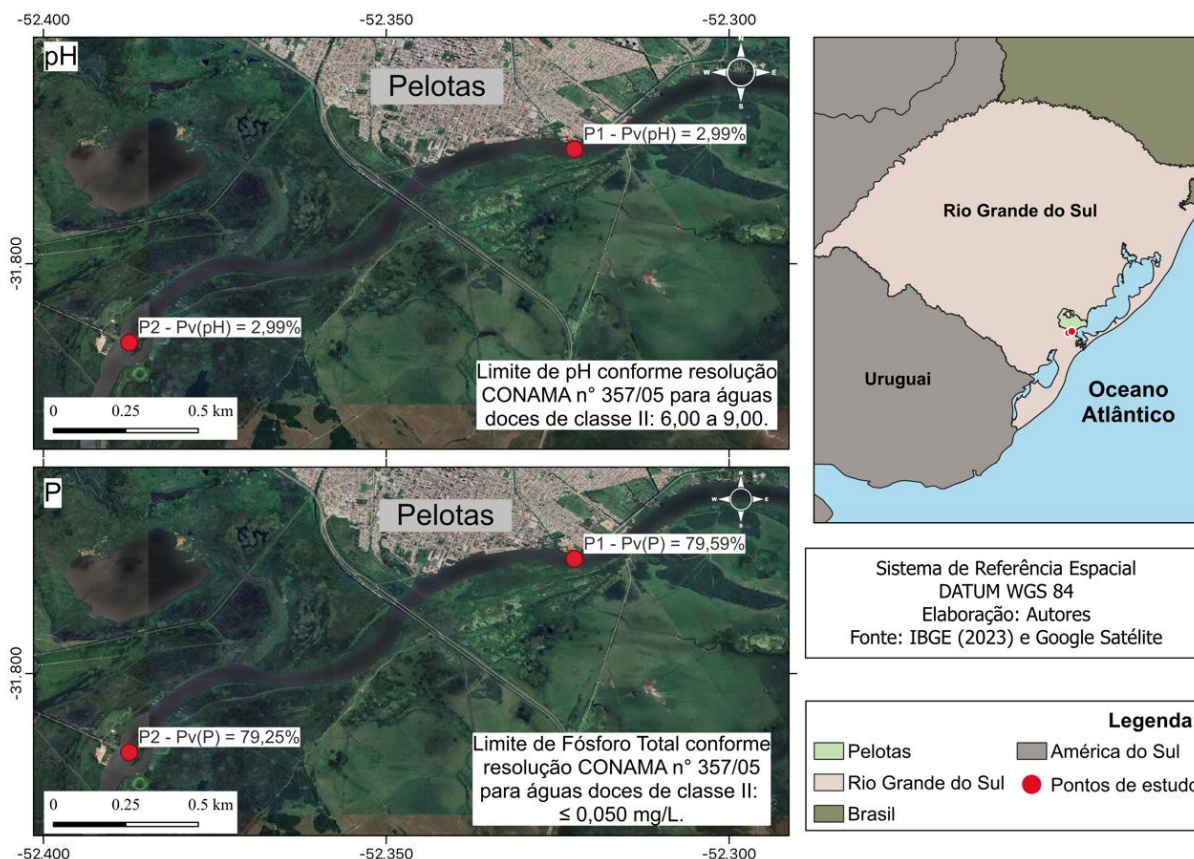
RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente estudo realizou a determinação do Índice Percentual de Violação (PV) para o período de agosto de 2018 até março de 2025, totalizando 84 meses, com isso será apresentado na presente discussão de cada resultado o número total de análises de cada parâmetro, o qual corresponde ao NAT da equação do PV.

O Índice Percentual de Violação para o pH (Figura 2) foi obtido através de 67 amostras (NAT) para ambos os pontos de estudo e para o Fósforo Total foram 49 amostras para o ponto 1 (Anglo) e 53 amostras para o ponto 2 (Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa).

Como é possível notar pela Figura 2, o PV para o pH tanto para o ponto 1 quanto para o ponto 2 foi o mesmo (2,99%), sendo 2 meses fora do limite estabelecido pela legislação dentre os 67 meses analisados, sendo esses valores entre 5,70 a 5,99 (muito próximos do limite mínimo). O pH compõe é uma das variáveis de potabilidade da água, de forma que as águas destinadas ao abastecimento público devem apresentar valores entre 6,0 e 9,0, de acordo com a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (Brasil, 2021).

Figura 2 - Resultado do Índice Percentual de Violação (PV) para os parâmetros pH e Fósforo Total para os pontos de estudo: Anglo (P1) e Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa (P2).

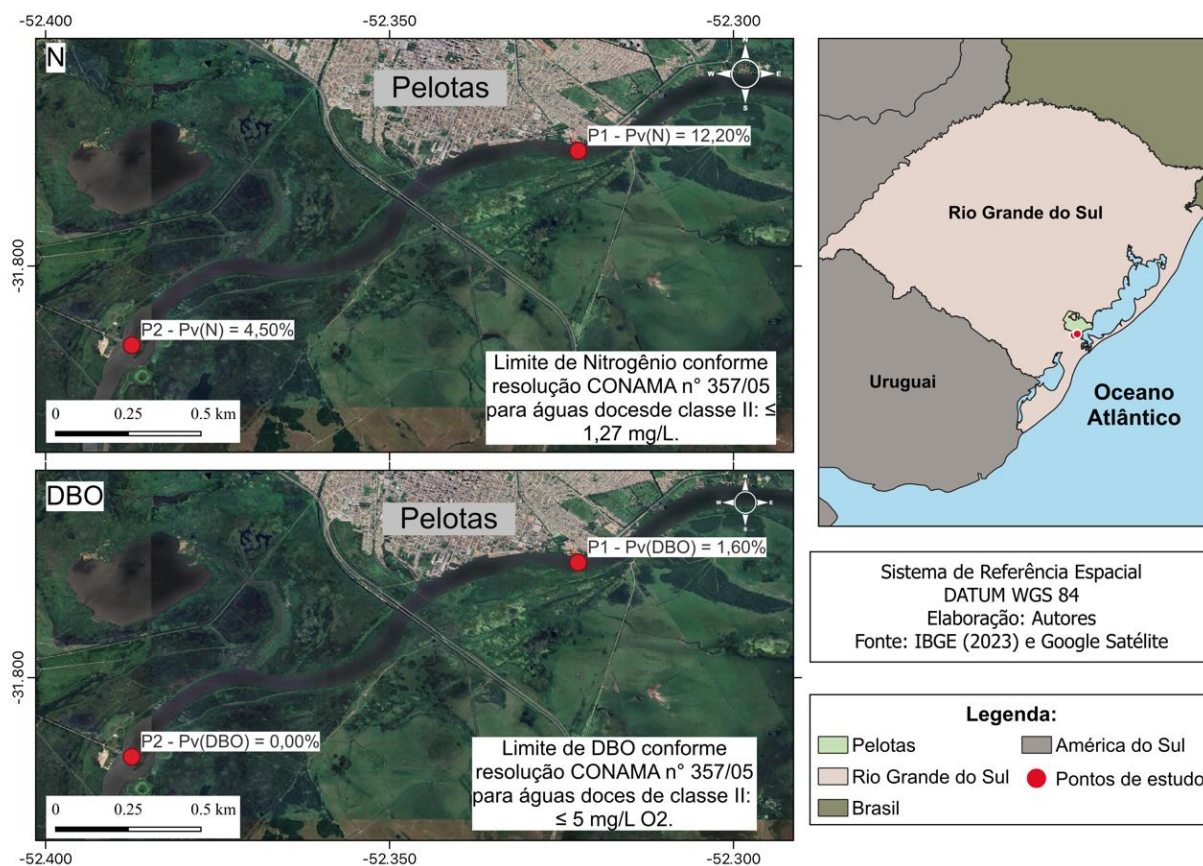


Fonte: Autores (2025).

Já referente ao Fósforo Total (Figura 2), a situação foi mais alarmante, apresentando PV para o ponto 1 (Anglo) de 79,59% e para o ponto 2 (Barragem) 79,25%, sendo esses valores bem altos, onde o ponto 1 apresentou 39 meses dos 49 meses disponíveis, fora do limite estabelecido pela CONAMA (Brasil, 2005) e o ponto 2 apresentou 42 meses fora do limite dos 53 meses disponíveis. Valentini *et al.* (2021) em seu estudo, onde avaliaram a qualidade da água da Lagoa Mirim através do PV, região essa conectada a área de estudo do presente trabalho, apresentou valores de PV para o Fósforo Total semelhantes, com valores entre 77,27% a 90,91%, sendo o parâmetro que mais violou o limite permitido pela legislação vigente. Lima *et al.*, (2016) relata que o Fósforo e o Nitrogênio estão entre os principais nutrientes para o desenvolvimento de processos biológicos, onde, em altas concentrações podem ocasionar a eutrofização do corpo hídrico. Já Vieira *et al.*, (2019) relatam que a Lagoa Mirim, manancial diretamente ligado ao Canal São Gonçalo, encontra-se em área agrícola quase em sua totalidade, o que pode justificar a violação de parâmetros como o Fósforo.

Por sua vez, o Índice Percentual de Violação para o Nitrogênio (N) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) são apresentados pela Figura 3.

Figura 3 - Resultado do Índice Percentual de Violação (PV) para os parâmetros Nitrogênio e DBO para os pontos de estudo: Anglo (P1) e Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa (P2).



Fonte: Autores (2025).

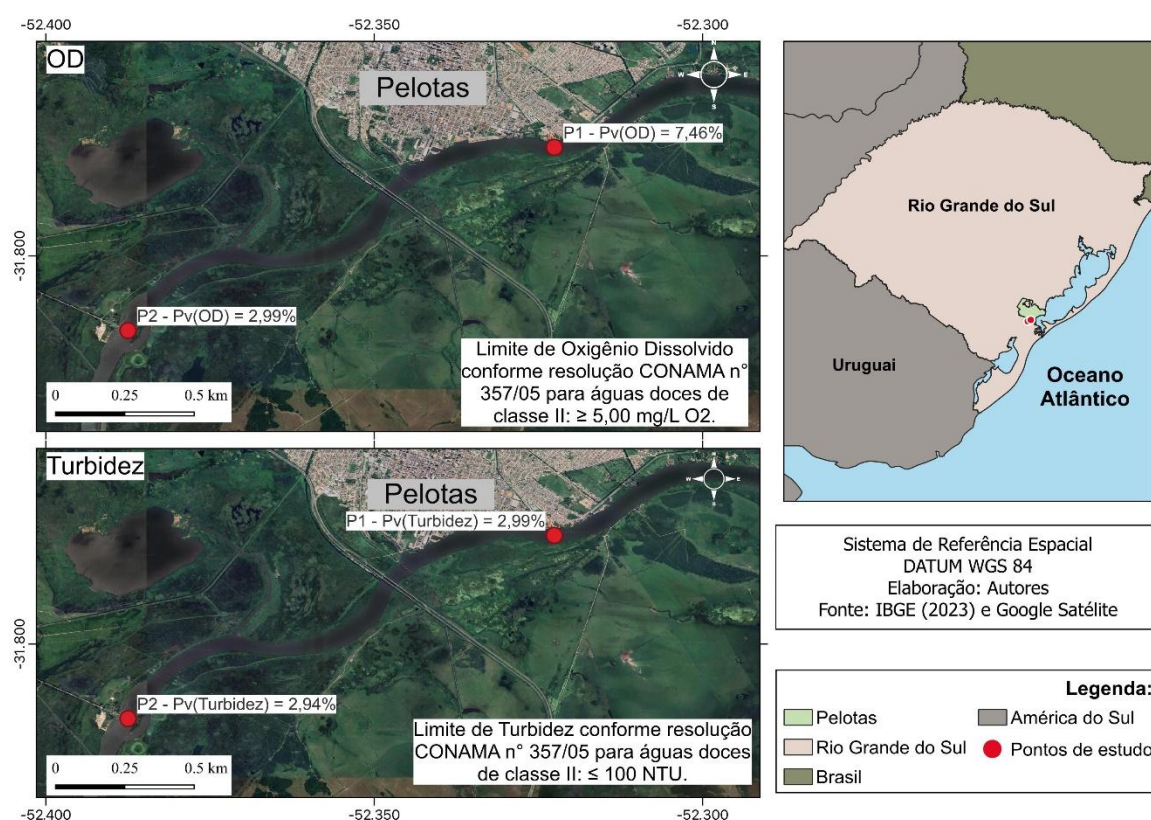
O PV para Nitrogênio (N) (Figura 3), foi obtido através de 41 amostras (NAT) para o ponto 1 (Anglo), e 44 amostras para o ponto 2 (Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa). Deste total de amostras para cada ponto, os resultados indicam que houve alteração em 12,20% no ponto 1, que está localizado mais próximo a área urbana da cidade, indicando possivelmente contaminação por lançamento de efluentes domésticos, visto que este ponto está próximo da conexão com o Canal do Pepino, que é um importante canal de drenagem pluvial da cidade e, que nos períodos mais chuvosos escoam grande quantidade de matéria orgânica oriunda de ligações de esgoto de forma clandestina, em seu estudo Prestes *et al.*, (2013) relatam que este tipo de prática são as principais causas de redução de qualidade da água do Canal São Gonçalo. Já o ponto 2 obteve um resultado um pouco menor, em torno de 4,55%, e a contaminação pode ser de origem agrícola, segundo estudo de

Fehrenbach *et al.*, (2022), que demonstra valores mais altos em sua pesquisa, como 14,30% para este ponto. Para Lima *et al.*, (2016), a poluição por efluentes domésticos e industriais são as principais fontes artificiais de contaminação, comprometendo seu uso principalmente para abastecimento público e irrigação, atividade esta considerada de alto impacto por seu elevado consumo de água, e pela grande quantidade de nutrientes e defensivos agrícolas que são drenados aos recursos hídricos.

Já para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (Figura 3), foram 64 amostras para o ponto 1 (Anglo), com percentual de 1,56%, ou seja, apenas uma amostra violou o limite estabelecido, bem como para o ponto 2 (Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa), onde dentro das 65 amostras analisadas, não foram detectadas alterações. Conforme pode ser observado na Figura 3, para os dois pontos amostrados, não houve percentuais elevados que violem os limites da legislação.

Da mesma forma, para os parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD) e Turbidez, os resultados são apresentados na Figura 4.

Figura 4 - Resultado do Índice Percentual de Violação (PV) para os parâmetros Oxigênio Dissolvido e Turbidez para os pontos de estudo: Anglo (P1) e Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa (P2).



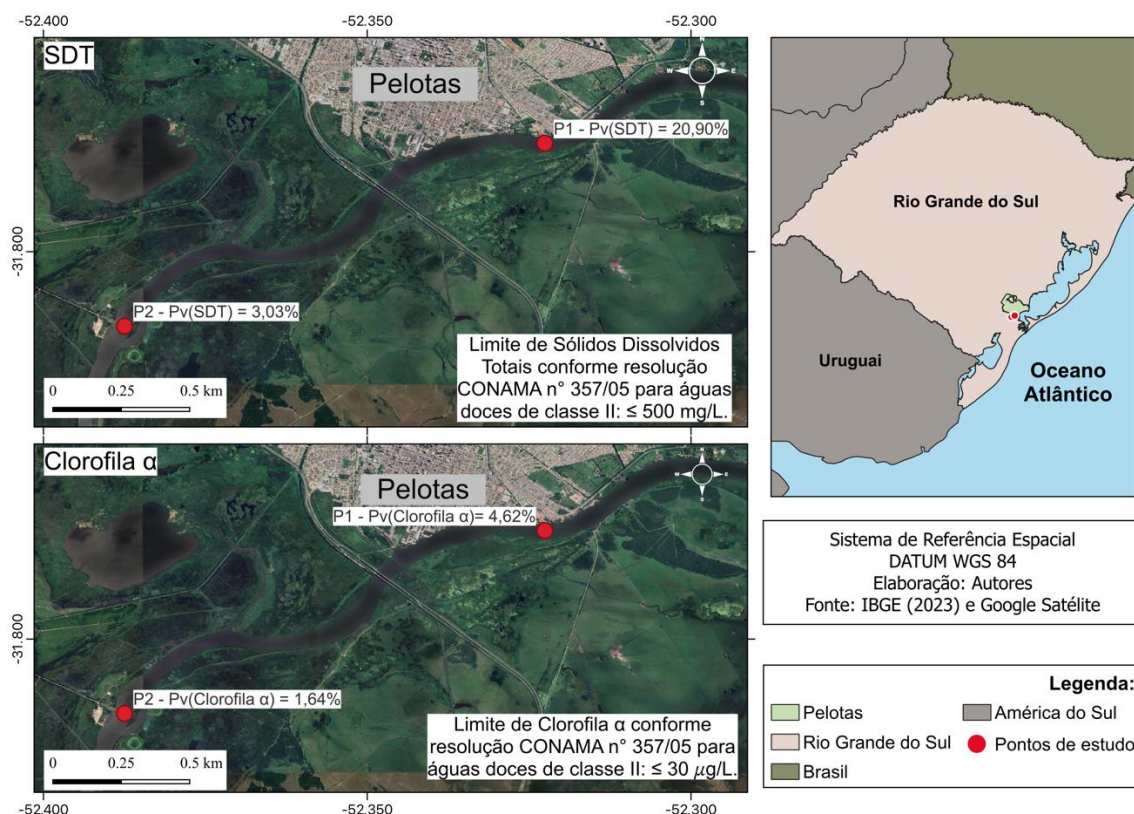
Fonte: Autores (2025).

Os resultados obtidos através do PV para OD (Figura 4), onde para os dois pontos amostrados foram realizadas 67 análises, sendo que no P1, o resultado demonstra o percentual mais elevado, elencando a maior decomposição de matéria orgânica, possivelmente proveniente de lançamento de efluentes domésticos, característica de regiões urbanizadas através do Canal do Pepino, segundo estudo realizado por Santos *et al.*, (2023). Outro fator que influencia na quantidade de OD é a sazonalidade, que em períodos mais chuvosos tende a reduzir a disponibilidade deste parâmetro em estudo realizado por Júnior *et al.*, (2023). Ainda assim, é possível observar que este parâmetro não obteve percentual elevado, no que se refere ao PV, resultando em 7,46% no P1, e 2,99% no P2, possivelmente resultante de fontes poluentes de origem antrópica (Viana *et al.*, 2023). Pelo estudo de Lazuta *et al.*, (2021) este fato também está associado a poluentes de origem orgânica, causando aumento de microrganismos consumidores de OD do meio, em seus processos metabólicos.

Já o parâmetro turbidez, que é utilizado como indicador da presença de partículas em suspensão, não apontou resultados muito alarmantes, onde PV apresentou percentual na faixa de 2,99% para os pontos 1 e 2, feito a partir de 67 amostras para o P1, e 68 para P2 com percentual de 2,94%. Valentini *et al.*, (2021), indicou que as alterações de turbidez podem estar relacionadas a poluição física e mineral. Contudo, o estudo de Santos *et al.*, (2023) relata que áreas de pastagem e florestas influenciam no aumento da turbidez, uma vez que o solo com cobertura natural pode comprometer a infiltração em eventos de precipitação mais intensos, escoando um maior volume de partículas para o manancial hídrico.

Ao analisar Sólidos dissolvidos Totais (SDT) e Clorofila *a*, os resultados obtidos através do PV, estão descritos a seguir na Figura 5, através das 67 análises realizadas no P1 e, 66 no P2. Com tais resultados foi possível observar altas concentrações de SDT em 14 das amostras no P1, sendo 20,90% do total. Segundo Fehrenbach *et al.*, (2022) o lançamento de efluentes e de resíduos sólidos em recursos hídricos está diretamente relacionado a índices que violam o permitido pela legislação. Cabe ressaltar que, a região onde está localizado o ponto de coleta Anglo (P1), a predominância é de população urbana de Pelotas, e pelo estudo de Lima *et al.*, (2016) resultando em maior descarga de efluentes domésticos, com elevadas concentrações de matéria orgânica. Conforme o autor relata, áreas agrícolas de culturas irrigadas, como é o caso da Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa (P2) que obteve média de 3,03% dos valores fora do permitido, consomem altos volumes de água, e em períodos de altas precipitações transportam grande quantidade de nutrientes e defensivos agrícolas, uma vez que o autor destaca que as águas residuárias, estão entre as principais fontes poluidoras de recursos hídricos.

Figura 5 - Resultado do Índice Percentual de Violação (PV) para os parâmetros Sólidos Dissolvidos Totais e Clorofila a para os pontos de estudo: Anglo (P1) e Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa (P2).



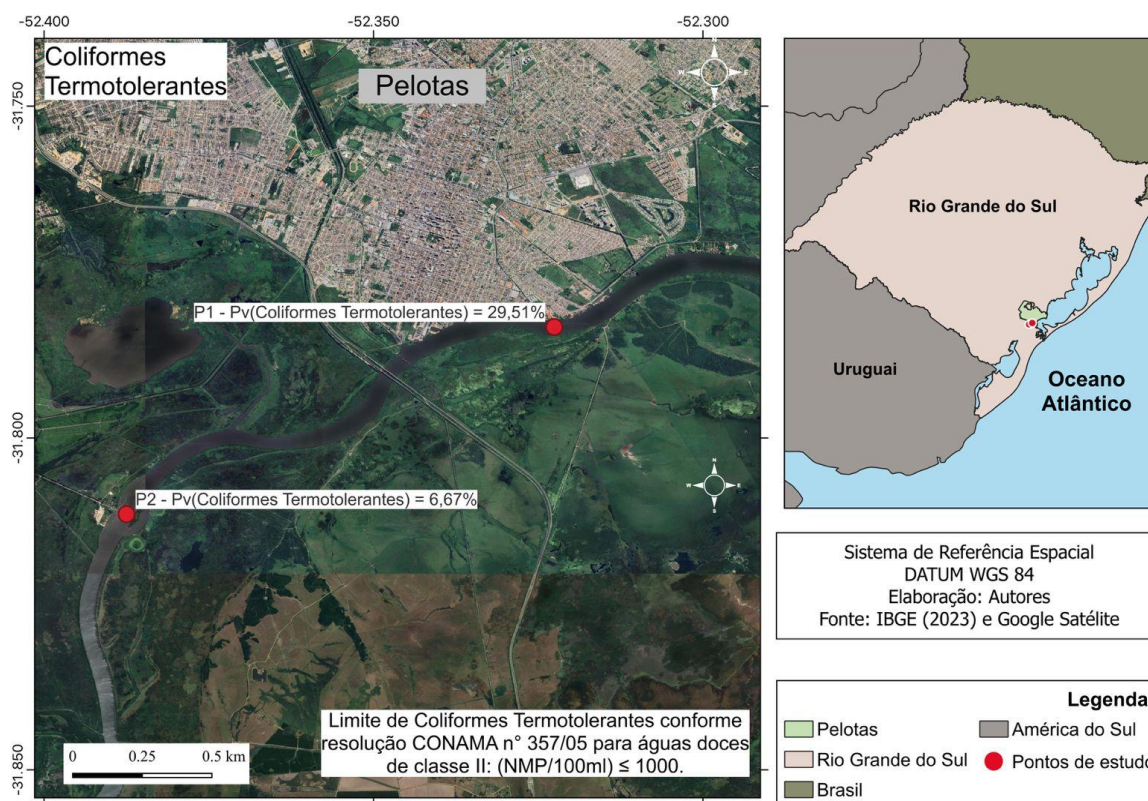
Fonte: Autores (2025).

Por sua vez, o parâmetro Clorofila a (Figura 5), obteve média de classificação baixa para o Percentual de Violação, segundo estudo realizado por Santos *et al.*, (2023). Com cerca de 4,62% das amostras do P1 acima do permitido, e apenas 1,64% para o P2, local este mais afastado de área urbana, porém também sofre com a influência das águas oriundas da Lagoa Mirim, região de maior atividade agrícola, sendo estes valores muito próximos dos encontrados por Fehrenbach *et al.*, (2022) em sua pesquisa, onde para o P1 foi obtido 6,30% em período semelhante. A autora observa que, a clorofila a atua como um importante elemento de ligação entre nutrientes como nitrogênio e fósforo, e o surgimento de algas e cianobactérias.

Os Coliformes Termotolerantes (CT), é outro parâmetro que se destaca quanto ao PV, e os resultados obtidos nos dois pontos amostrados demonstram valores acima dos limites estabelecidos, estando dispostos na Figura 6, no P1 das 61 amostras realizadas, 29,51% violam a legislação para águas doces de classe 2, sendo PV na faixa de classificação médio pelo estudo de Santos *et al.*, (2023). Ainda neste estudo o autor considera este parâmetro como um dos principais para avaliação de qualidade da água para abastecimento público, sendo indicativo de contaminação por esgotos

domésticos e poluição agrícola. Para Lazuta *et al.*, (2021) que obteve resultado semelhante em seu estudo, com 20,00% de amostras acima do permitido para o mesmo ponto, considera as atividades antrópicas como fator determinante.

Figura 6 - Resultado do Índice Percentual de Violação (PV) para o parâmetro Coliformes Termotolerantes para os pontos de estudo: Anglo (P1) e Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa (P2).



Fonte: Autores (2025).

Já no P2, onde está localizada a Barragem do Canal São Gonçalo e sua Eclusa, com 60 amostras analisadas, apresentou um PV de 6,67%, valores relativamente menores que no P1 conforme pode ser observado na Figura 6, ainda assim, mais elevados do que os encontrados no estudo de Fehrenbach *et al.*, (2022), demonstrando que a contaminação por efluentes domésticos, já podem ser observados ao longo do Canal São Gonçalo. Este resultado, segundo estudo de Valentini *et al.*, (2021), relata que a presença de coliformes termotolerantes em águas superficiais está possivelmente relacionada a fontes de poluição pontuais como esgotos domésticos, o que pode comprometer a qualidade da água do referido Canal. Para Júnior *et al.*, (2023), a presença de Coliformes Termotolerantes é um indicador que demonstra a saúde da água, visto estes estão presentes nas fezes,

este tipo de contaminação em recursos hídricos em altas concentrações, podendo acarretar doenças infecciosas, tornando esta água imprópria para os diversos usos.

Em suma, a fim de resumir os resultados obtidos pelo presente estudo, a Tabela 4 apresenta todos os parâmetros analisados com seus respectivos NAT, PV e limites do CONAMA (Brasil, 2005).

Tabela 4 - Limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº357/05 para águas doces de classe II, NAT e resultados de PV do presente estudo.

Parâmetro	CONAMA Nº357	Anglo – NAT	Anglo – PV (%)	Eclusa – NAT	Eclusa – PV (%)
pH	≥ 6 e ≤ 9	67	2,99	67	2,99
Fósforo Total	$\leq 0,050$ mg/L	49	79,59	53	79,25
Nitrogênio Total de Kjeldahl	$\leq 1,27$ mg/L	41	12,20	44	4,55
Demanda Bioquímica de Oxigênio	≤ 5 mg/L O ₂	64	1,56	65	0,00
Oxigênio Dissolvido	≥ 5 mg/L O ₂	67	7,46	67	2,99
Turbidez	≤ 100 NTU	67	2,99	68	2,94
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	67	20,90	66	3,03
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100ml) ≤ 1000	61	29,51	60	6,67
Clorofila <i>a</i>	≤ 30 µg/L	65	4,62	61	1,64

Fonte: Autores (2025).

A partir de todos os resultados apresentados, é possível notar que os pontos estão sofrendo algum tipo de ação poluente, sendo destaque para o ponto 1 – Anglo, possivelmente por conta de sua ligação direta ao Canal do Pepino que leva até o Canal São Gonçalo o despejo de esgotos sanitários não tratados da zona urbana de Pelotas. Com isso, a forma mais direta para mitigação e diminuição desses altos índices obtidos para alguns parâmetros, com destaque para o fósforo, nitrogênio e coliformes termotolerantes é a ampliação do tratamento de esgoto urbano de Pelotas, onde até 2024 contava com apenas 20% tratado, passando em 2025 para 40% por conta da inauguração da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) Novo Mundo (Prefeitura de Pelotas, 2025).

Segundo o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP, 2025), a ETE Novo Mundo está em fase inicial de funcionamento, onde são tratados 100 l/s de efluente bruto/dia, provenientes do bairro Três Vendas, o sistema de tratamento é por lodo ativado, tendo como principal objetivo a remoção de matéria orgânica, até o momento as análises feitas pela autarquia demonstram boa margem de eficiência no processo. A ETE que hoje opera com apenas a planta inicial, tem o objetivo de ampliar sua capacidade para 300l/s com o projeto de construção de 2 novas plantas operacionais.

Contudo, através de notícias no portal da Prefeitura de Pelotas/RS é possível notar um movimento próximo para sanar tal problemática, com os projetos de construção de mais duas estações de tratamento de esgoto a ETE Simões Lopes e a ETE Engenho, sendo uma próxima ao ponto 1 (Anglo) - a ETE Engenho. Com a criação dessas duas novas ETE's, espera-se, segundo a prefeitura, ter 80% de todo esgoto doméstico de Pelotas tratado até 2033 (Prefeitura de Pelotas, 2025).

A adoção de medidas mitigatórias, principalmente no que concerne ao tratamento de efluentes, sendo a ausência uma das principais fontes poluidoras, possam reduzir os impactos negativos, a fim de evitar ainda mais a degradação da qualidade da água deste manancial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Canal São Gonçalo é de extrema importância para a região de estudo e, a partir dos resultados obtidos, é notório a necessidade de seu monitoramento para que sua preservação seja assegurada. Os valores obtidos através do Índice Percentual de Violação indicam alterações na qualidade da água nos dois pontos analisados, sendo no Anglo o que obteve maiores índices de variação acima do permitido pela legislação, principalmente nos parâmetros Fósforo, Nitrogênio e Coliformes Termotolerantes. Já na Barragem e sua Eclusa, o índice obtido mais relevante foi Fósforo, que apresentou o pior resultado.

123

REFERÊNCIAS

ALM. Agência para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim: Qualidade das Águas da Lagoa Mirim; **Plataforma SIIRH**. Disponível em: <https://agencialagoamirim.com.br/qualidade-das-aguas-da-lagoa-mirim/>. Acesso em: 2 maio 2025.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Gestão das Águas**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas>. Acesso em: 2 jun. 2025.

BOEIRA, L. S.; GONÇALVES, G. M. S.; BARTELS, G. K.; SILVEIRA, J. F.; COLLARES, G. L. Influência do fenômeno El-Niño Oscilação Sul no cultivo de arroz irrigado na bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo. **IRRIGA**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 344–356, 2021. DOI: 10.15809/irriga.2021v1n2p344-356.

BRASIL. Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. **Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima**: Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>. Acesso em: 10 jun. 2025.

BRASIL. Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021. **Ministério da Saúde**. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 27 maio 2025.

FEHRENBACH, A.; NASCIMENTO, J.; GONÇALVES, G. M. S.; BOEIRA, L. S.; BARTELS, G. K.; COLLARES, G. L. Avaliação da qualidade da água no Canal São Gonçalo/RS através do Índice Percentual de Violação. **XXXI CIC – Congresso de Iniciação Científica. 8º Semana Integrada UFPEL**, 2022.

FERNANDES, F. M.; COLLARES, G. L.; CORTELETTI, R. A água como elemento de integração transfronteiriça: o caso da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo. **Energia e ambiente: Estudos Avançados**, v. 35, p. 59-77, 2021.

JÚNIOR, S. D.; ALBUQUERQUE, P. M.; BANHOS, E. F.; OLIVEIRA, R. L.; BATISTA, C. E.; RIBEIRO, I. O.; LOIOLA, S. K. S.; NETA, A. S. C.; MORAES, C. R. F. Water quality assessment of the Educandos basin in Manaus, Brazil: use of the water quality index and multivariate statistical techniques.: Avaliação da qualidade das águas da bacia de Educandos em Manaus, Brasil: uso do índice de qualidade da água e de técnicas estatísticas multivariadas. **Revista Concilium**, v. 23, n° 21, p. 922-945, 2023.

LAZUTA, A. M.; SANTOS, G. B.; BOEIRA, L. S.; COLLARES, G. L. Índice de violação da qualidade da água do Canal São Gonçalo na região urbana de Pelotas. **XXX CIC – Congresso de Iniciação Científica. 7º Semana Integrada UFPEL**, 2021.

LIMA, R. N. S.; RIBEIRO, C. B. M.; BARBOSA, C. C. F.; ROTUNNO FILHO, O. C. Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da usina hidrelétrica de Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.21, n.1, p.139-150, 2016.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen - Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences, Goettingen**, v. 1, n.11, p. 1633-1644, 2007.

PREFEITURA DE PELOTAS. Prefeitura Municipal de Pelotas. **Sanep inicia tratamento de esgoto pela ETE Novo Mundo**. Disponível em: <https://old.pelotas.com.br/noticia/sanep-inicia-tratamento-de-egoto-pela-ete-novo-mundo>. Acesso em: 13 jun. 2025.

PRESTES, F. R.; DÉCIO JR, R. M. S.; MEDRONHA, G. A.; SOUZA, M. F.; BONCZYNSKI, R. G.; MILANI, I. B. Poluição de Mananciais Hídricos através de Esgoto Pluvial: O Caso do Canal do Pepino e do Canal São Gonçalo na Cidade de Pelotas/RS. **XXII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas**, 2013. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siiepe/arquivos/2013/EN_02483.pdf. Acesso em: 11 jun. 2025.

SANEP. Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas. **ETA São Gonçalo será inaugurada nesta sexta**. Disponível em: <https://sanep.com.br/noticia/eta-sao-goncalo-sera-inaugurada-nesta-sexta>. Acesso em: 8 maio 2025.

SANTOS, G. B.; VALENTINI, M. H. K.; BOEIRA, L. S.; SILVA, L. A.; LEANDRL, D.; VIEIRA, B. M. Análise da qualidade das águas superficiais através de métodos estatísticos e do índice de violação: Estudo de caso da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí – RS. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, n 42, p. 54-75, 2023.

SANTOS, T. M. M.; OLIVEIRA, J. L. S.; OLIVEIRA, H. M.; SILVA, E. Recursos hídricos: Problemas ambientais e a importância da educação e percepção ambiental. **Revista Eletrônica de Educação Ambiental**, 2018. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3416>. Acesso em: 4 jul. 2024.

SOUZA, M. F. **Qualidade da água do Canal São Gonçalo-RS/Brasil – uma avaliação hidroquímica considerando seus usos múltiplos**. 2015. 104f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) –Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. v. 1, n.4, ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

TEIXEIRA, W.; Fairchild, T. R.; Toledo, M. C. M.; Taioli, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. ISBN: 9788504014396.

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; FRANZ, H.; 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, 2021.

VIANA, C. M.; VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; GUTERRES, D. S.; VIEIRA, B. M. 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 Grand e da Praia do Pontal – RS. **Revista Ambientale**, v. 15, p. 30-39, 2023.

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.