

ANÁLISE HISTÓRICA DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SÃO MARCOS/RS

Denise Peresin – dperesin@ucs.br

Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130
95070560 – Caxias do Sul – Rio Grande do Sul

Vania Elisabete Schneider – veschnei@ucs.br

Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul

Bianca Breda – bbreda@ucs.br

Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul

Marina Elizabete Zorge – mezorge@ucs.br

Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul

Juliano Rodrigues Gimenez – juliano.gimenez@ucs.br

Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul

Resumo: A água possui importante valor econômico e social, utilizada para diversas finalidades, incluindo a hidroeleticidade. Manter sua qualidade é essencial para proteger a saúde humana e os ecossistemas. A Lei Federal nº 9.433/97 e as Resoluções CONAMA nº 357/2005 e CRH 405/22, esta última específica para a Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas, na qual o Rio São Marcos pertence, estabelecem padrões para assegurar a qualidade da água. O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução da qualidade da água do Rio São Marcos, comparando-a com os padrões estabelecidos para a Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005, de modo a verificar a relação com a instalação da Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Para isso, foram realizados monitoramentos qualiquantitativos em dois pontos: um a jusante e outro a montante do barramento da PCH Rio São Marcos, no período de 2016 a 2023, abrangendo 12 parâmetros físico-químicos e biológicos e aplicado o Índice de Qualidade de Água (IQA). Em relação ao pH, DBO5, OD, Nitrato, Clorofila-a e Turbidez, os resultados atenderam aos limites da CONAMA nº 357/05 para Classe 2. Os coliformes termotolerantes e o fósforo total estiveram acima dos limites estabelecidos em algumas das campanhas realizadas. Contudo, os resultados mostram uma tendência de similaridade na qualidade da água entre os pontos, com poucas variações. Além disso, campanhas mais recentes indicam melhoria da qualidade da água, sendo que na última, todos os parâmetros atenderam aos padrões estabelecidos para Classe 2 da Resolução CONAMA. O resultado do IQA também foi positivo, mantendo-se como “Regular”. Logo, infere-se que a PCH não influencia significativamente na qualidade da água do recurso hídrico.

Palavras-chave: Índice de Qualidade de Água, Hidrelétrica, Recursos Hídricos, Bacia Hidrográfica Taquari-Antas.



HISTORICAL ANALYSIS OF THE WATER QUALITY EVOLUTION OF THE SÃO MARCOS RIVER/RS

Abstract: Water is a valuable economic and social resource, used for various purposes, including hydroelectric power generation. Maintaining its quality is essential to protect human health and ecosystems. Federal Law No. 9,433/97 and CONAMA Resolutions No. 357/2005 and CRH 405/22, the latter specific to the Taquari-Antas Hydrographic Basin, to which the São Marcos River belongs, establish standards to ensure water quality. This study aimed to evaluate the evolution of water quality in the São Marcos River, comparing it with the standards established for Class 2 of CONAMA Resolution No. 357/2005, to verify the relationship with the installation of the Small Hydropower Plant (SHP). To this end, quali-quantitative monitoring was carried out at 2 points downstream and upstream of the Rio São Marcos SHP dam, from 2016 to 2023, covering 12 physical-chemical and biological parameters and applying the Water Quality Index (WQI). Regarding pH, BOD5, DO, Nitrate, Chlorophyll-a and Turbidity, the results met the limits of CONAMA No. 357/05 for Class 2. Thermotolerant coliforms and total phosphorus were above the established limits in some of the campaigns carried out. However, the results show a trend of similarity in water quality between the points, with few variations. Furthermore, more recent campaigns indicate an improvement in water quality, with the last one meeting all the parameters established for Class 2 of CONAMA Resolution. The WQI result was also positive, remaining as "Regular". Therefore, it can be inferred that the SHP does not significantly influence in the water quality of the water resource.

Keywords: Water Quality Index, Hydropower Plant, Water Resources, Taquari-Antas River Basin.

1. INTRODUÇÃO

O monitoramento e a gestão da qualidade das águas desempenham um papel crucial na integração das práticas ESG (Environmental, Social & Governance) nas operações de diversas organizações (DOMINGUES; PEREIRA, 2019 *apud* PAULINI, 2023). A água é um recurso fundamental tanto para a vida humana, quanto para o funcionamento da maioria dos empreendimentos,, sendo essencial garantir sua disponibilidade quantitativa e qualitativa para as gerações presentes e futuras, estando intrinsecamente ligado aos aspectos ambientais e sociais (DE SOUZA, *et al.*, 2022).

Além disso, a água possui valor para o desenvolvimento sustentável de forma significativa, visto que é utilizada principalmente para fins agrícolas, industriais e para o abastecimento humano (SOUZA *et al.*, 2014); e, no Brasil, a água superficial também é um fator essencial para a produção de energia, sendo que mais de 60% da eletricidade produzida têm como fonte as hidrelétricas (Melo *et al.*, 2022).

No entanto, seja qual for o propósito para o qual a água é destinada, é necessário estabelecer um rigoroso controle e monitoramento da sua qualidade, visando assegurar o bem-estar da população e a preservação do meio ambiente (PASINI & DAMKE, 2020).

Para isso, em 1997 foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) por meio da Lei Federal nº 9.433/97, que tem como um de seus objetivos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (BRASIL, 1997). Contudo, cada tipo de uso da água exige padrões diferentes de qualidade do recurso hídrico, conforme dispõe a Resolução CONAMA nº 357/2005, que trata da “classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento” (BRASIL, 2005). Na mesma Resolução, seu capítulo II, Art.4º traz a classificação dos corpos de água doce em relação a qualidade requerida para cada uso, sendo:

- Classe especial: podem ser utilizadas para o consumo humano após desinfecção e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
- Classe I: podem ser utilizadas para consumo humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário como natação e mergulho e irrigação de hortaliças consumidas cruas e frutas.



- Classe II: podem ser utilizadas para o consumo humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, frutíferas, parques e jardins, aquicultura e pesca.
- Classe III: podem ser utilizadas para o consumo humano após tratamento convencional ou avançado, irrigação de culturas arbóreas, pesca, recreação de contato secundário e dessedentação animal.
- Classe IV: podem ser utilizadas para navegação e harmonia paisagística (BRASIL, 2005).

Ainda, em nível estadual, a Resolução CRH n° 405/22 (RIO GRANDE DO SUL, 2022) atualiza o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, na qual estão inseridos os cursos hídricos da sub-bacia do Rio São Marcos, objeto deste estudo, trazendo metas de qualidade estabelecidas para horizontes 10 e 20 anos. Assim, a mesma Resolução estabelece que os corpos d'água superficiais da sub-bacia do Rio São Marcos, sejam enquadrados como Classe 2 a partir do ano de 2022, e como Classe 1 a partir de 2032 (RIO GRANDE DO SUL, 2022).

Com isso, o objetivo deste trabalho é avaliar a evolução da qualidade da água do Rio São Marcos, quanto ao atendimento dos limites estabelecidos para a Classe 2 da Resolução CONAMA n° 357/2005, bem como por meio do índice de qualidade das águas (IQA) e verificar a relação com a instalação da Pequena Central Hidrelétrica (PCH).

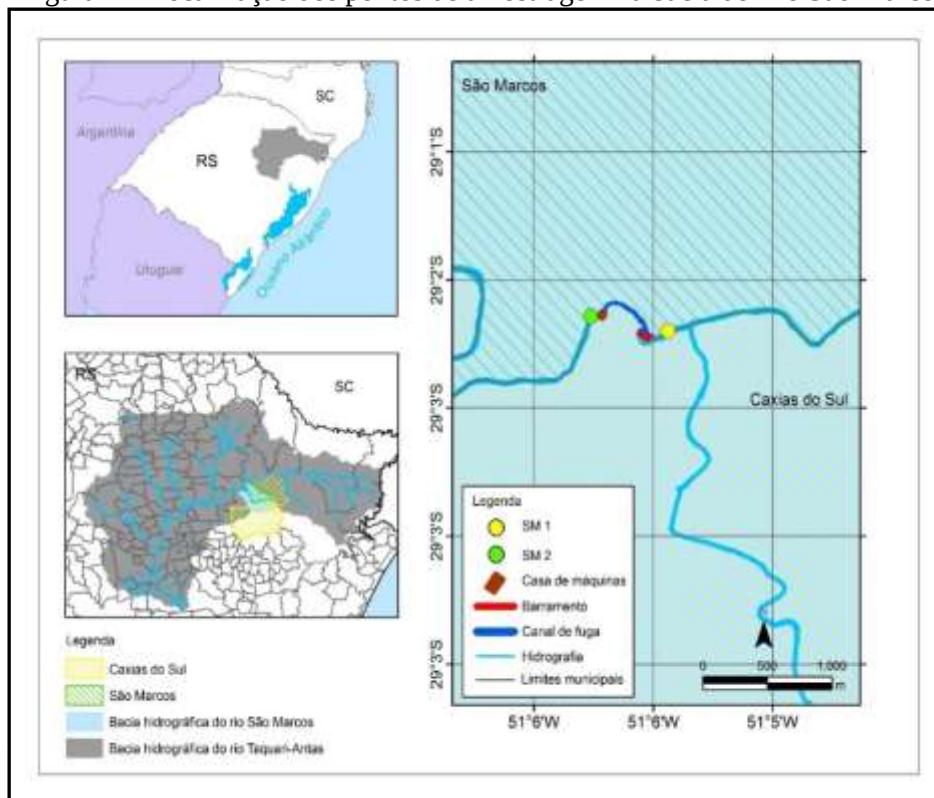
2. METODOLOGIA

A seguir são apresentadas as etapas que constituíram o trabalho.

2.1. Área de estudo

O monitoramento foi realizado nos pontos a montante (Ponto 1) e jusante (Ponto 2) do barramento da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Rio São Marcos. A Figura 1 apresenta a bacia hidrográfica do Rio São Marcos e a localização dos pontos de coleta.

Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem na bacia do Rio São Marcos



2.2. Amostragem e metodologia de análise

As amostras foram retiradas na superfície da água (Figura 2), seguindo as orientações descritas pela NBR nº 9.898/1987 (ABNT, 1987), NBR nº 9.897/1987 (ABNT, 1987) e pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB; ANA, 2011). Os frascos contendo as amostras foram acondicionados em recipientes apropriados e mantidos sob refrigeração até o início dos ensaios em laboratório.

Os parâmetros avaliados pelo Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais (LAPAM/UCS) e pelo Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM/UCS) bem como a metodologia utilizada e respectivos limites de detecção são apresentados na Tabela 1. A série histórica analisada será entre os anos de 2016 e 2023.

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos utilizados na caracterização das águas superficiais do Rio São Marcos na campanha de agosto de 2023

PARÂMETRO	UNIDADE	METODOLOGIA	LIMITE DE QUANTIFICAÇÃO
Clorofila- <i>a</i>	-	SMWW-Método 10200-H	0,05
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	SMWW-Método 9221-E	1,8
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	mg O ₂ /L	SMWW-Método 5210-B	1,0
Fósforo total	mg P/L	SMWW-Método 4500-P B E	0,016
Nitrato	mg NO ₃ /L	ABNT NBR 12620-1992	0,04
Nitrogênio total kjeldahl	mg NH ₃ -N/L	SMWW-Método 4500-Norg-B	2,80
Sólidos totais	mg/L	SMWW-Método 2540-B	12,0
Turbidez	NTU	SMWW-Método 2130-B	0,05
Condutividade	mS/cm	Sonda multiparâmetros	0,005
pH a 25° C	-	HORIBA – MULT 001	4,05 à 10,01
Oxigênio dissolvido (OD)		Oxímetro óptico – OXI 001	0,04
Temperatura da amostra	mg O ₂ /L		9,94 a 30,01

Fonte: LAPAM (2023) e ISAM (2023).

2.3. Enquadramento e classificação das águas

Como forma de avaliar se as águas do rio São Marcos estão em conformidade com a classe em que é enquadrado, os resultados das análises foram comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), (BRASIL, 2005), que classifica as águas doces segundo os principais usos a que se destinam.

De acordo com a Resolução CRH nº 405/2022 (RIO GRANDE DO SUL, 2022), que trata do enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas, o Rio São Marcos deverá atingir o enquadramento como corpo hídrico de Classe 2 a partir do ano de 2022, e como corpo hídrico de Classe 1 a partir de 2032. Desse modo, os resultados das análises foram comparados com os padrões estabelecidos para a Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 357/2005, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Limites para a Classe 2 da Resolução CONAMA nº 357/2005

Realização

ABES-RS

PUCRS

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL



abes-rs@abes-rs.org.br

(51) 999330700

www.abes-rs.org.br



PARÂMETRO	CONAMA 357/05
	Classe 2
Clorofila-a (ug/m ³)	≤ 30
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	≤ 1000
DBO (mg O ₂ /L)	≤ 5
Ph	6,0 a 9,0
Fósforo total (mg P/L)	≤ 0,03em ambiente lêntico; ≤ 0,05em ambiente intermediário; ≤ 0,10 em ambiente lótico
Nitrato (mg/L)	≤ 10
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L)	≥ 5
Turbidez (NTU)	≤ 100
Nitrogênio total kjedahl (mg N/L)	Não estabelece
Sólidos Totais (mg/L)	Não estabelece
Condutividade (µS/cm a 20°C)	Não estabelece
Oxigênio Dissolvido (% O ₂)	Não estabelece
Temperatura (°C)	Não estabelece

Fonte: BRASIL (2005).

2.4. Índice de Qualidade das Águas

Como ferramenta de auxílio à interpretação dos dados, é utilizado o Índice de Qualidade de Água (IQA), que estabelece uma classificação para os corpos hídricos a partir da integração de parâmetros específicos.

O Índice de Qualidade de Água (IQA) segue a metodologia desenvolvida pela Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (CETESB, 2017) e adotada a classificação para o estado do Rio Grande do Sul (ANA, 2024). Esse índice avalia parâmetros que representam a qualidade de água, sendo eles: Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, pH, DBO, Fósforo Total, Temperatura, Nitrogênio Total, Turbidez, Sólidos Totais. O IQA é calculado pela fórmula de produto, utilizando as curvas de importância de parâmetros de qualidade de água, onde cada parâmetro possui seu respectivo peso. Ao final, ele permite classificar os resultados nas categorias que variam de “Ótima” a “Péssima”, qualidade da água.

3. RESULTADOS

A partir dos resultados obtidos nas campanhas durante o período de 2016 a 2023, os parâmetros físico-químicos e biológicos foram analisados detalhadamente quanto à sua evolução e comparando-os com a classificação CONAMA e utilizando-os para a classificação do IQA nos dois pontos de amostragem, conforme apresentado nos itens a seguir.

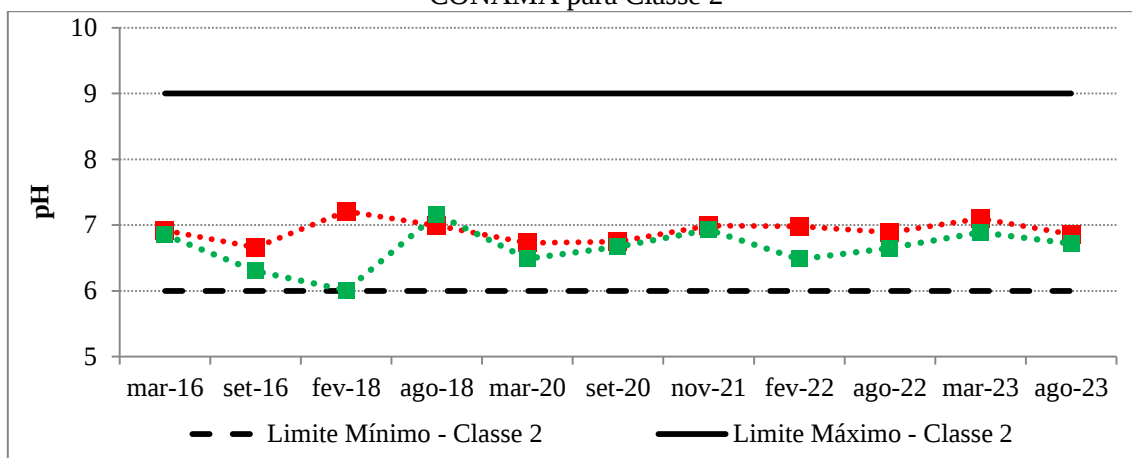
3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH indica a condição de tamponamento das águas através do balanço de íons hidróxidos e ácidos orgânicos. O pH tem influência no grau de solubilidade de diversas substâncias, na distribuição das formas livres e ionizadas de diversos compostos, e pode definir a toxicidade de vários elementos.

Através da Figura 2 observa-se que os resultados se mantiveram entre pH 6,0 e 9,0 nos pontos analisados, atendendo ao enquadramento da CONAMA nº 357/05 para Classe 2. Ainda, de uma forma geral é possível notar que o Ponto 1 apresenta valores pouco superiores em relação ao Ponto 2, além de haver uma tendência do pH se manter próximo da neutralidade (6).



Figura 2 – Resultados de pH entre o período de 2016 até 2023 em comparação com os limites da CONAMA para Classe 2

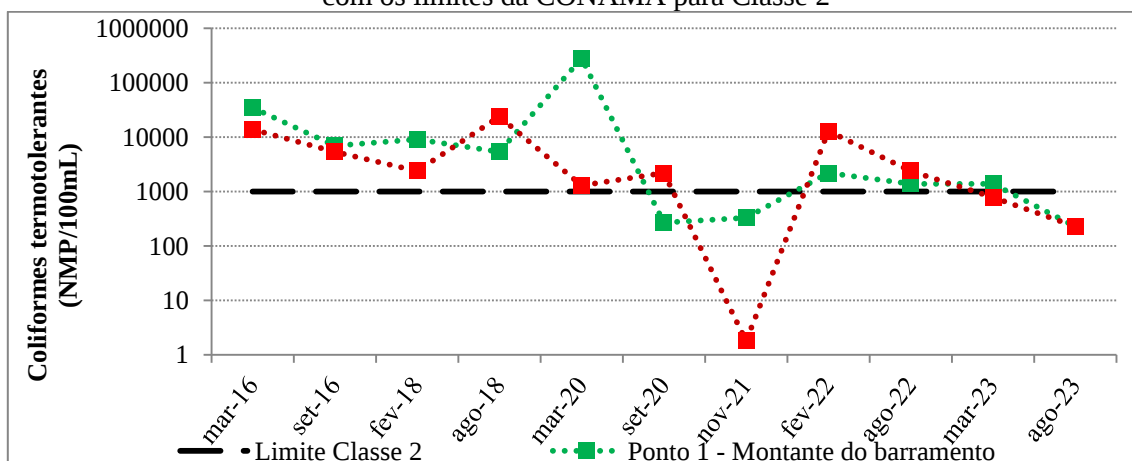


3.2 Coliformes Termotolerantes

O grupo dos coliformes termotolerantes refere-se a bactérias que normalmente habitam o trato intestinal dos animais de sangue quente, servindo, portanto, como indicador da contaminação de uma amostra de água por fezes. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica. A poluição dos recursos hídricos por coliformes termotolerantes ocorre pelo lançamento de efluentes domésticos no corpo d'água e pela decomposição da matéria orgânica em geral.

Analisando tanto o, Ponto 1 como o Ponto 2, nota-se que na grande maioria das campanhas realizadas, os resultados das concentrações de coliformes termotolerantes estiveram acima dos limites estabelecidos para a Classe 2 (1.000 NMP/100mL). No entanto, nas últimas campanhas observa-se uma tendência de proximidade ao atendimento aos requisitos da CONAMA para este parâmetro (Figura 3).

Figura 3 – Resultados de coliformes termotolerantes entre o período de 2016 até 2023 em comparação com os limites da CONAMA para Classe 2



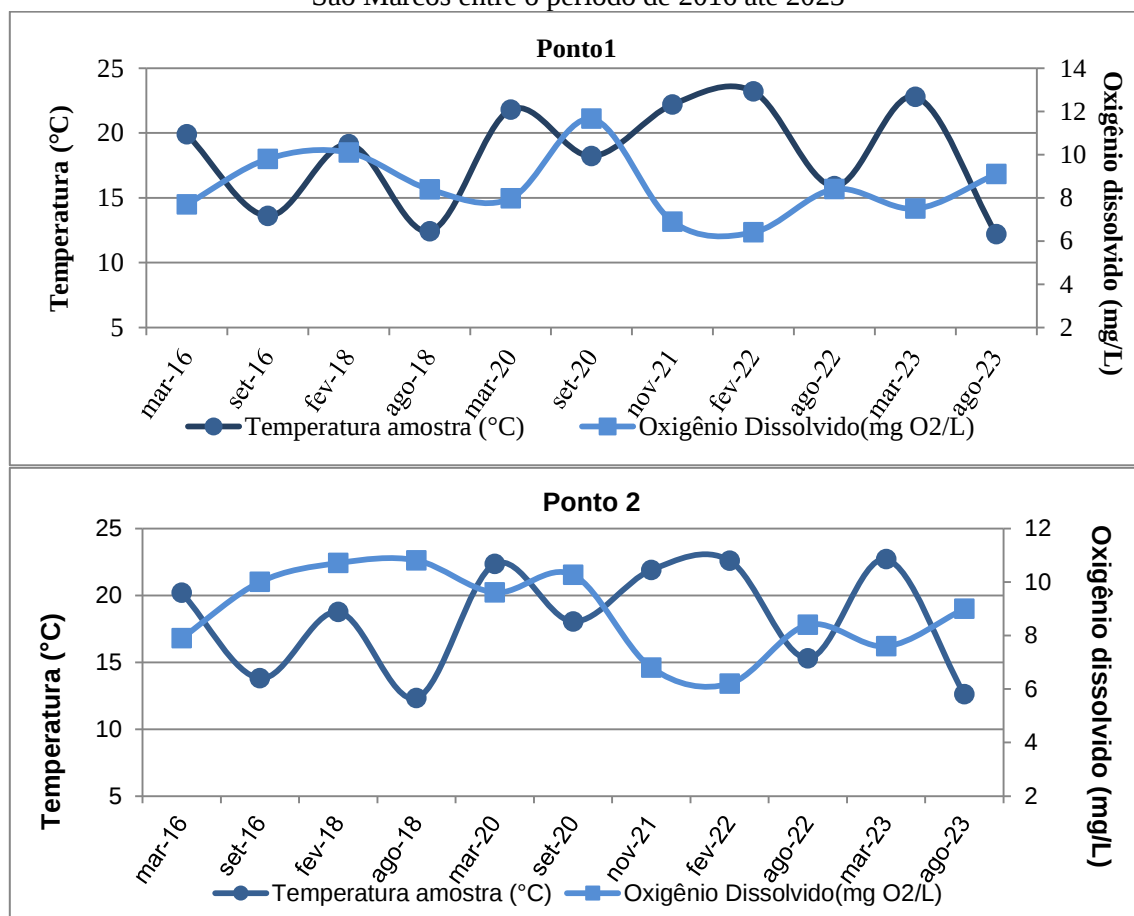
3.3 Oxigênio Dissolvido e temperatura da amostra

O oxigênio dissolvido (OD) é de extrema importância para o ecossistema aquático, uma vez que é vital para os organismos, mantendo o equilíbrio ecológico necessário à respiração e manutenção dos processos de degradação e ciclagem de nutrientes.

O oxigênio dissolvido também se relaciona diretamente a outros fatores, com destaque para a temperatura, já que ela influencia a solubilidade dos gases na água. Como se pode observar na Figura 4, a concentração de oxigênio dissolvido é inversamente proporcional à temperatura.

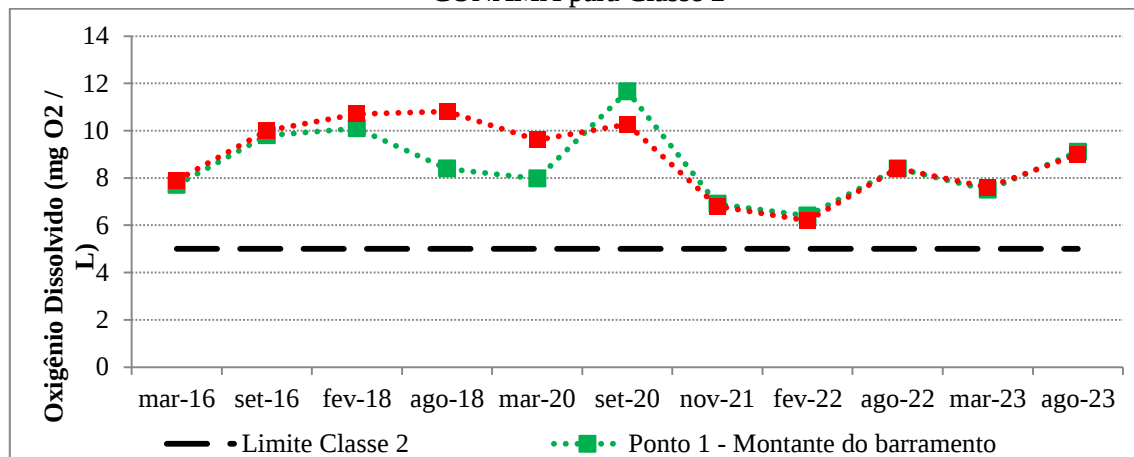
Quando ocorre variação da temperatura, quer seja por fenômenos naturais climáticos ou por ações antrópicas, haverá modificações no ciclo de vida das espécies aquáticas ali presentes, uma vez que a existência destas está condicionada a uma faixa ótima de temperatura.

Figura 4 – Série histórica da Temperatura e Oxigênio Dissolvido no trecho de influência da PCH Rio São Marcos entre o período de 2016 até 2023



Observa-se pela Figura 4 que no período do inverno, quando ocorreram as menores temperaturas, ocorreram as maiores concentrações de OD e o inverso foi verificado no período do verão. De maneira geral, a temperatura da amostra nos pontos analisados manteve-se entre 9°C e 23°C, enquanto que o oxigênio dissolvido variou entre 6 mg/L e 14 mg/L, ou seja, foi superior ao valor mínimo de oxigênio dissolvido estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) de 5 mg/L para rios de Classe 2, conforme apresenta a Figura 5.

Figura 5 – Resultados de OD entre o período de 2016 até 2023 em comparação com os limites da CONAMA para Classe 2

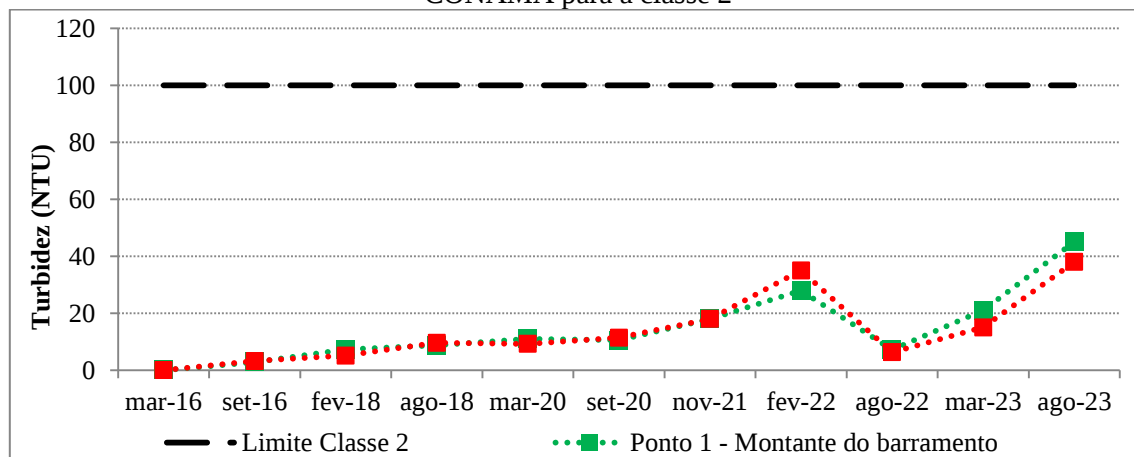


3.4 Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência na passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva devido à presença de sólidos em suspensão (KNAPIK, 2009).

A turbidez da água é afetada diretamente pela presença de sólidos suspensos totais, provocando redução da transparência da mesma e, por conseguinte, diminuição da atividade fotossintética, com a decorrente redução do oxigênio dissolvido, trazendo impactos graves sobre a vida aquática (CETESB, 2021). Na Figura 6 são apresentados os valores obtidos na série histórica dos parâmetros de turbidez.

Figura 6 – Resultados de turbidez entre o período de 2016 até 2023 em comparação com os limites da CONAMA para a classe 2



Para o parâmetro de turbidez, a resolução estabelece limite de até 100 NTU para rios de Classes 2, onde verifica-se que os resultados de turbidez das campanhas obedecem ao enquadramento para ambos os pontos.

3.5 Sólidos Totais e Condutividade

Realização

ABES-RS

PUCRS

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL



abes-rs@abes-rs.org.br

(51) 999330700

www.abes-rs.org.br

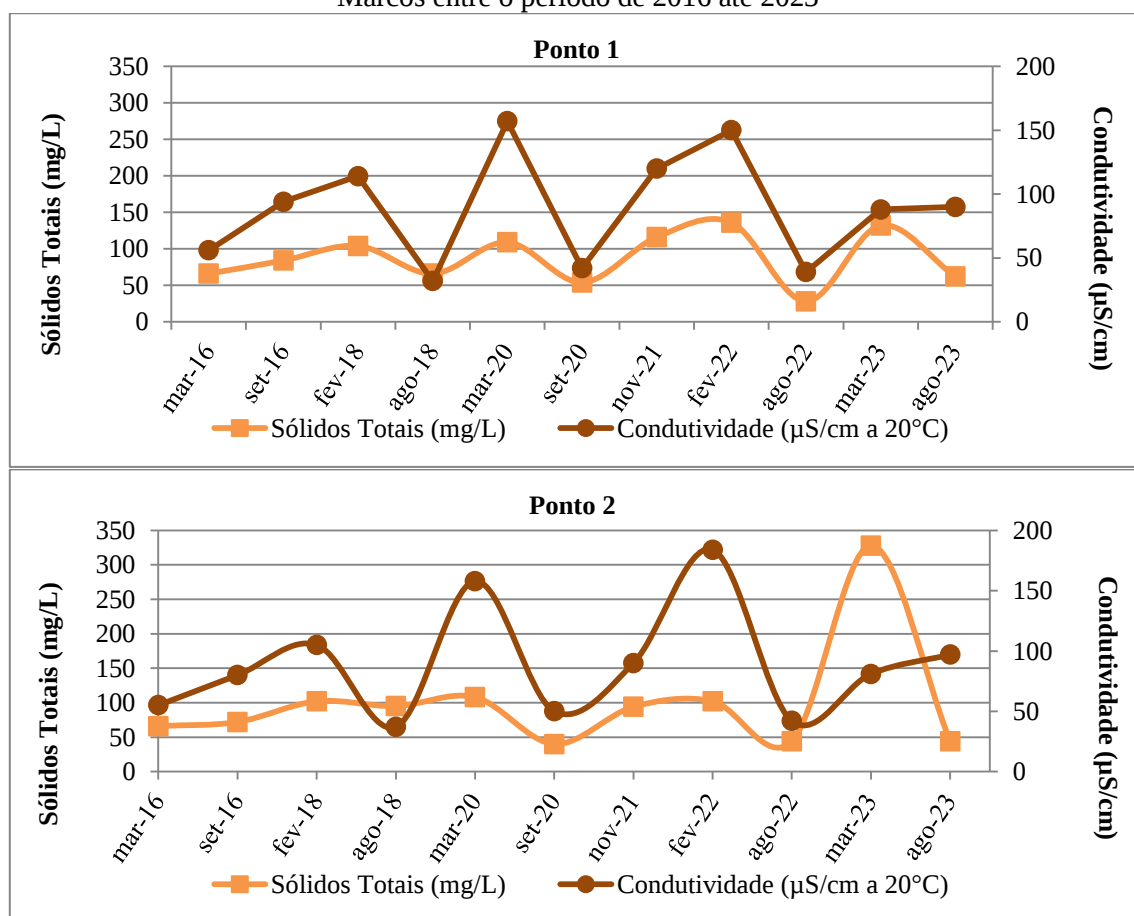


Os sólidos totais (ST) são compostos por uma grande variedade de compostos orgânicos e inorgânicos (KNAPIK, 2009), que podem ser originados de forma natural, através de processos erosivos e/ou detritos orgânicos, ou ainda de forma antropogênica, pelo descarte de resíduos e lançamento de efluentes.

A condutividade, por sua vez, expressa a condutância de eletricidade na água em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, sendo diretamente proporcional à concentração iônica (LIBÂNIO, 2005). Por tanto, a condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados (CETESB, 2021).

Com base na Figura 7, destaca-se o Ponto 1, como o ponto com a maior concentração média de ST (média = 96,7 mg/L) e o Ponto 2 com a maior condutividade (média = 80,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Figura 7 - Série histórica de sólidos totais e condutividade no trecho de influência da PCH Rio São Marcos entre o período de 2016 até 2023



Apesar de haver relação entre a presença de sólidos totais e condutividade, não foi observada correlação significativa nos dois pontos estudados. A condutividade e os ST não são contemplados na classificação proposta pela Resolução CONAMA n° 357/05 (BRASIL, 2005). Contudo, os sólidos totais são uma ferramenta indireta para avaliação de poluentes presentes na água no IQA.

3.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5)

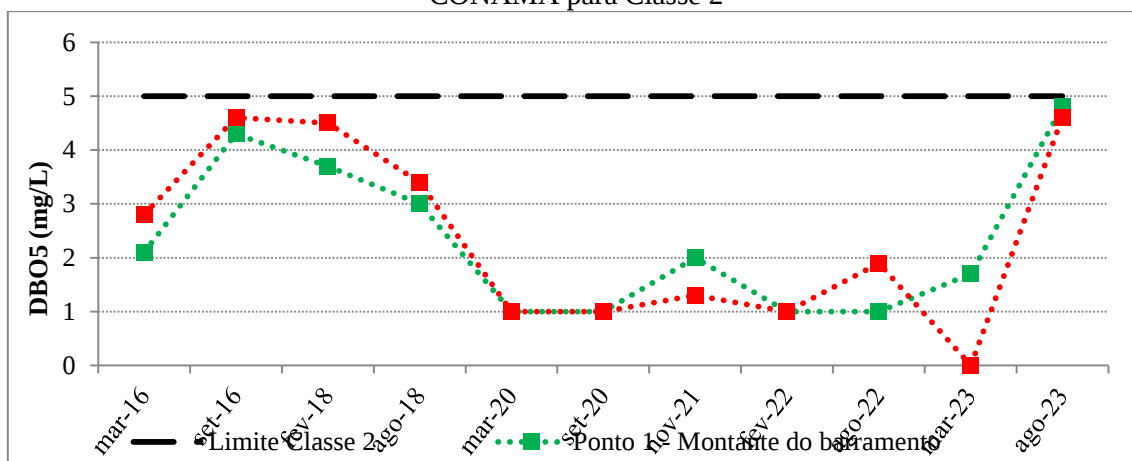
O teste de DBO5 determina a quantidade de oxigênio utilizado pelos microrganismos aquáticos durante o período de 5 dias. Gastaldini e Mendonça (2001) denominam DBO5 como uma medida aproximada da quantidade de matéria orgânica biodegradável presente em uma amostra de



água. Conforme CETESB (2021) os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica.

Com o parâmetro DBO5 é possível avaliar a capacidade de autodepuração de um corpo hídrico, ou seja, a facilidade que este possui em degradar a matéria orgânica, em função de suas condições físicas. Na análise da Figura 8, observa-se que nas campanhas mais recentes, os resultados tanto para o Ponto 1, quanto para o Ponto 2, atenderam ao limite da Classe 2. Além disso, os valores de DBO tanto no Ponto 1, como Ponto 2, são muito próximos e apresentam mesma tendência.

Figura 8 – Resultados de DBO5 entre o período de 2016 até 2023 em comparação com os limites da CONAMA para Classe 2



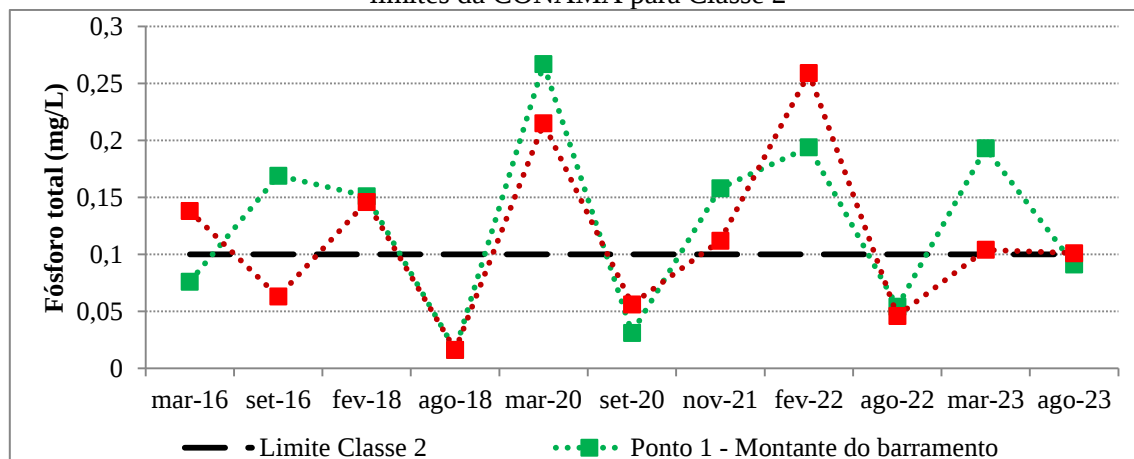
3.7 Nitrogênio (NTK) e Fósforo Total

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo dos ecossistemas aquáticos, pois tem participação na formação de proteínas, um dos componentes da biomassa. Segundo Esteves (1998), todas as formas de nitrogênio nos sistemas aquáticos representam uma etapa do ciclo de nitrogênio, podendo ser de origem natural, como as proteínas e clorofila, ou antropogênica, como despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes. O Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) é a forma predominante do nitrogênio nos esgotos domésticos brutos, por isso a importância de sua análise (VON SPERLING, 1996).

O fósforo (P) constitui-se no principal fator limitante ao desenvolvimento de algas e plantas no meio aquático, sendo um dos principais nutrientes para os processos biológicos. Também é conhecido como macronutriente, por ser exigido em grande escala pelas células. O fósforo origina-se da dissolução de compostos do solo e da decomposição de matéria orgânica. O aporte de fósforo também pode ocorrer por atividade antrópica, principalmente através de despejos de efluentes domésticos e industriais, fertilizantes e lixiviações de criatórios de animais (LIBÂNIO, 2005).

Embora a Resolução CRH 405/22 (RIO GRANDE DO SUL, 2022) não considere o fósforo total na avaliação de atendimento das metas de enquadramento dos rios da bacia hidrográfica do Taquari-Antas, o mesmo foi considerado na análise de atendimento dos padrões de fósforo total para rios de Classe 2 (0,10 mg/L) de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), conforme apresenta a Figura 9.

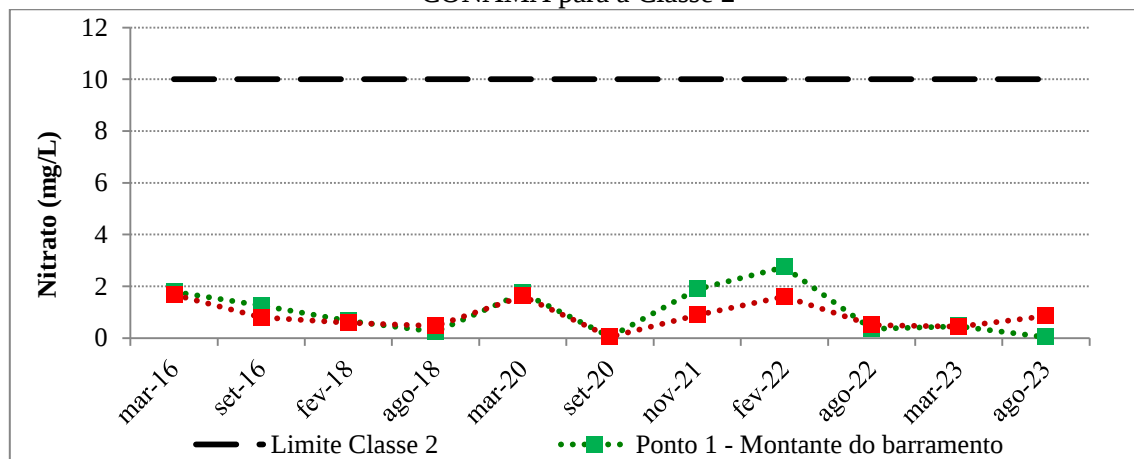
Figura 9 – Resultados de Fósforo Total entre o período de 2016 até 2023 em comparação com os limites da CONAMA para Classe 2



Nos dois pontos analisados, parte das campanhas apresentou concentrações do fósforo total não conformes para Classe 2, conforme enquadramento proposto pela Resolução CRH 405/22 (RIO GRANDE DO SUL, 2022). Na campanha de agosto/2023, verificou-se que no Ponto 1 o resultado ficou abaixo do limite estipulado, enquanto no Ponto 2 o resultado correspondeu exatamente ao limite especificado na Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) para o parâmetro de fósforo total.

A Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005) também não estabelece limites para NTK, não sendo possível avaliar o atendimento da meta de enquadramento para este parâmetro, desse modo, utilizou-se o parâmetro de Nitrato (Figura 10) para tal comparação com a Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005), que estabelece como limite máximo para rios de Classe 2 o valor de 10 mg/L.

Figura 10 – Resultados de Nitrato entre o período de 2016 até 2023 em comparação com os limites da CONAMA para a Classe 2



Observa-se que em todas as campanhas as concentrações de nitrato ficaram sempre abaixo dos limites estabelecidos.

3.8 Clorofila-a

Realização

ABES-RS

PUCRS

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL



abes-rs@abes-rs.org.br

(51) 999330700

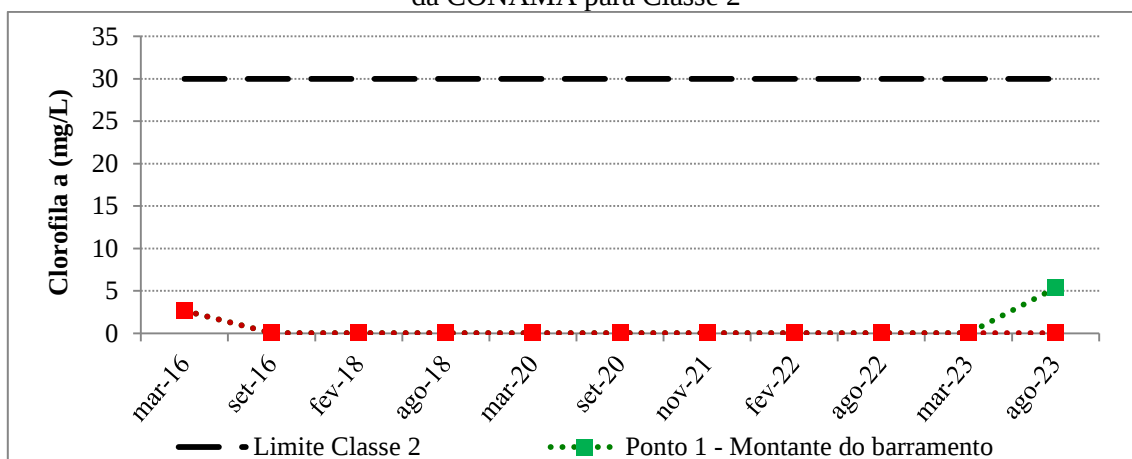
www.abes-rs.org.br



A clorofila-a é um indicador indireto da biomassa algal presente no corpo hídrico. O maior desenvolvimento algal se dá principalmente em ambientes com disponibilidade de nutrientes, luminosidade, altas temperaturas e ambientes calmos. Pode ser observado nos pontos analisados, uma baixa produção primária, indicada pelas concentrações de clorofila-a abaixo do limite de detecção do método. A baixa produtividade primária, de certo modo é preocupante, visto que impacta o fluxo de energia e todos os níveis tróficos superiores.

Ao longo das campanhas realizadas, os resultados de clorofila-a em todos os pontos mantiveram-se abaixo dos limites estabelecidos para Classe 2, conforme apresentado na Figura 11.

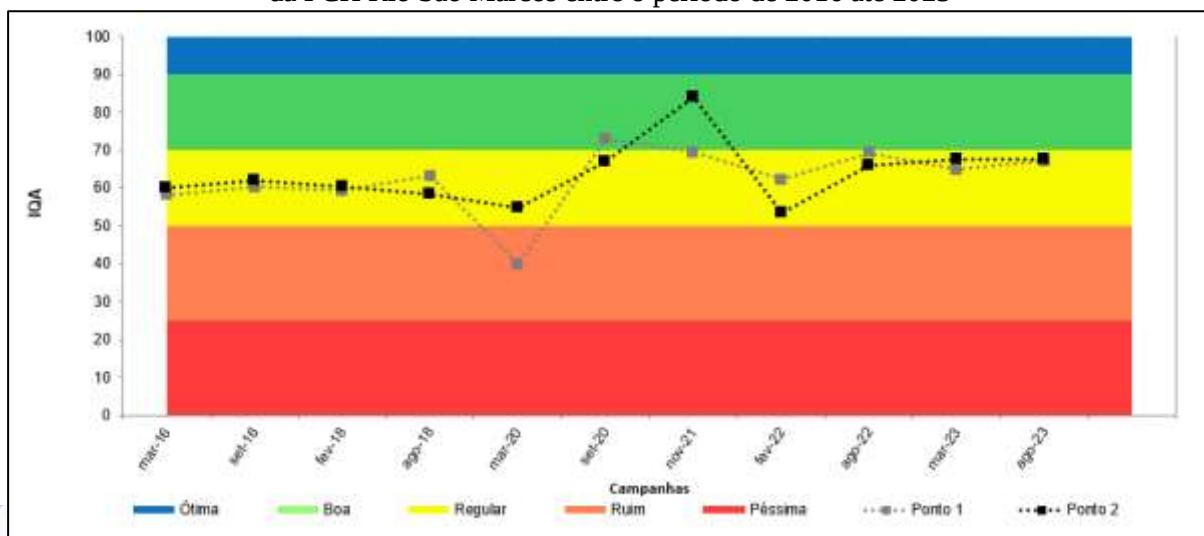
Figura 11 – Resultados de clorofila-a entre o período de 2016 até 2023 em comparação com os limites da CONAMA para Classe 2



3.9 IQA

Os resultados de IQA na última campanha para ambos os pontos foram classificados como REGULAR, visto que o Ponto 1 apresentou classificação do IQA com valor de 67,20 e o Ponto 2 com valor de 67,5. A Figura 12 apresenta a variação do IQA durante o período de monitoramento para os pontos amostrados, onde verifica-se que a maior parte das campanhas, a qualidade da água foi classificada na categoria REGULAR do IQA, tanto para o Ponto 1, como para o Ponto 2.

Figura 12- Variação do IQA durante o monitoramento realizado no trecho de influência da PCH Rio São Marcos entre o período de 2016 até 2023



Ainda, é possível notar que a categoria do IQA se assemelha entre os pontos (1 e 2) na maior parte das campanhas do período analisado, demonstrando a influência do Ponto 1 (montante) sobre o Ponto 2 (jusante).

O valor de IQA apresentou variações ao longo do tempo, principalmente nas campanhas de 2020 e 2021, uma vez que é sensível a diversos fatores que influenciam a qualidade da água na bacia hidrográfica, como eventos chuvosos, despejos de efluentes, erosão de solo e transporte de sedimentos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento da qualidade da água é essencial para a gestão responsável dos recursos naturais. No contexto ambiental, é crucial monitorar e mitigar os impactos das operações industriais nos recursos hídricos, promovendo sua sustentabilidade e prevenindo contaminações. Essa responsabilidade é intransferível para o empreendedor que se beneficia desse recurso. Socialmente, essa vigilância incide diretamente na saúde e no bem-estar das comunidades locais.

Os resultados obtidos apontam uma tendência de semelhança na qualidade da água entre os dois pontos, com baixa variação entre eles, ou seja, o barramento e a casa de máquinas que compõem a PCH, não influenciam significativamente o aspecto do rio. Porém cargas descartadas a montante e atividades de uso e ocupação do solo na Bacia, podem contribuir e comprometer a qualidade da água no reservatório.

No que concerne ao atendimento dos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 2 (a partir do ano de 2023), conforme enquadramento estabelecido pela Resolução CRH nº 405/22 para o Rio São Marcos, identificou-se que, dos resultados obtidos para os parâmetros de DBO5, OD, turbidez, pH, clorofila e coliformes termotolerantes, todos atenderam aos limites do enquadramento, na última amostragem, indicando possível melhora na qualidade da água em comparação aos anos anteriores.

Com relação ao IQA, também se observa um panorama positivo, visto que os pontos monitorados mantiveram-se predominantemente na categoria de “Regular”, sendo que nas campanhas mais recentes apresenta tendência para atingir a categoria de “Boa” qualidade da água.

Cabe ressaltar que os dados históricos apresentaram modificações sazonais que são representativas do momento da amostragem. Por ser um sistema lótico, com pequeno período de residência, qualquer alteração que poderá ser diagnosticada representará a qualidade naquele instante, mascarando as modificações diárias ou por vezes semanais e mensais. Ainda, sugere-se o estudo das condições externas (uso e ocupação do solo no entorno) e da qualidade de água a montante, já uma parcela significativa da contribuição de nutrientes ocorre pelas atividades e afluentes da região.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR nº 9.897**: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, jun.1987.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR nº 9.898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, jun.1988.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1977**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Planalto, Brasil-DF. 1977. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 14 mar. 2024.



BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357/05**. 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. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 mar. 2005.

CARLSON, R.E. A trophic index for lakes. **Limnology and Oceanography**.v.22, n.2, p.361-369, 1977.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; ANA, Agência Nacional de Águas. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes líquidos**. 2011. Brasília-DF.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice D: **Índices de Qualidade das Águas**. 2017 (atualizado de 2010). Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Apendice-D-Indices-de-Qualidade-das-Aguas.pdf>. Acesso em: mar. 2024.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo em 2020**. 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: mar. 2024.

DE SOUZA, DA; SILVA, F. B.; PEREIRA, Íris; GOMES, JBS; DAMAZIO, MR; MOURA, T. de B.; PEREIRA, WG; TEIXEIRA, AIP A importância da água dentro do conceito de saúde única: A importância da água no conceito de saúde única. **Revista Brasileira de Revisão de Saúde**, [S. l.], v. 6, pág. 24012–24029, 2022. DOI: 10.34119/bjhrv5n6-172. Acesso em: 14 mar. 2024.

Dicionário Ambiental: **Saúde única**. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística de São Paulo, 2023. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/saude-unica/#:~:text=Sa%C3%BAd%20%C3%9Anica%2C%20como%20conceito%20de,principais%20pilares%20da%20sa%C3%BAd%3A%20nutri%C3%A7%C3%A3o%2C>. Acesso em: 14 mar. 2024.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia.2.ed. Rio de Janeiro: **Interciencia**: 1998. 602p.

FEPAM. **QUALIDADE AMBIENTAL**. Disponível em: [/http://ww3.fepam.rs.gov.br:80/qualidade/iqagua.asp](http://ww3.fepam.rs.gov.br:80/qualidade/iqagua.asp). Acesso em: 05 jul. 2024.

KNAPIK, H.G. **Reflexões sobre monitoramento, modelagem e calibração na gestão de recursos hídricos: estudo de caso da qualidade da água da bacia do Alto Iguaçu**. 2009. 204p. Dissertação (Mestrado)–Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**.2004. 235p. Tese (Doutorado)–Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LAPAM. Laboratório de Análises e Pesquisas Ambientais. **Análise Laboratorial dos Parâmetros Amostrados**. Universidade de Caxias do Sul, RS, Brasil, 2023.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas, SP: **Átomo**, 2005.

MELO, J. de J.; MOURA DIA, M. J. .; OLIVEIRA, A. U. de . A ÁGUA E SUA PROTEÇÃO LEGAL NO BRASIL E ACRE: CONSIDERAÇÕES SOBRE A LEGISLAÇÕES DOS RECURSOS HÍDRICOS. UÁQUIRI - **Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade**



Federal do Acre, [S. l.], v. 4, n. 1, 2022. DOI: 10.29327/268458.4.1-5. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/Uaquiri/article/view/5059>. Acesso em: 15 mar. 2024.

PASINI, Fernando; DAMKE, Taiara. A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 13, n. 1, p. 8-15, 2020.

PAULINI, Camila Catarine Rodrigues. **Uma proposta de critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) para o setor de saneamento**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. doi:10.11606/D.6.2023.tde-16112023-162832. Acesso em: 2024-04-09.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CRH nº121/12**. Aprova o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 07 jan. 2013.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CRH nº405/22**. Atualiza o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 22 mar. 2022.

SOUZA, Juliana Rosa de et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 8, n. 1, abr. 2014. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217>>. Acesso em: 14 mar. 2024.

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade de água em rios. 1ª. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 588 p.

