

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

AVALIAÇÃO TEMPORAL DA CONFORMIDADE COM O ENQUADRAMENTO LEGAL NO RESERVATÓRIO GUARAPIRANGA (SP)

*Marcos Gabriel Carneiro da Silva¹; Lana Machado Alves¹; Stéphanie Maria de Oliveira Lima¹;
Ana Beatriz Laluce Vaz¹; Theodora Rangel Carvalho¹ & Davi Gasparini Fernandes Cunha¹*

Abstract: This study assessed the water quality of the Guarapiranga Reservoir between 2015 and 2024 using the Compliance Index with Legal Classification (ICE), based on the standards of CONAMA Resolution 357/2005 for Class 1 water bodies. The parameters analyzed included pH, turbidity, total solids, total nitrogen, total phosphorus, and dissolved oxygen, measured at two sampling points: P1, located at the water intake for public supply, and P2, in the middle of the Parelheiros River arm. The results indicated recurring non-compliance, especially in nutrient and dissolved oxygen parameters. Sampling point P2 showed persistently degraded conditions, with an average ICE of 15.45% over the past 10 years, classified as “very poor” throughout the entire time series. Point P1 had an average ICE of 26.8%, with a worsening trend beginning in 2020. Although it still meets the intended uses for its classification, the reservoir shows signs of ongoing anthropogenic pressure, highlighting the need for increased attention to watershed management and control of pollution sources.

Resumo: Este estudo avaliou a qualidade da água do reservatório Guarapiranga entre 2015 e 2024, utilizando o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) com base nos padrões da Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos de classe 1. Foram analisados os parâmetros pH, turbidez, sólidos totais, nitrogênio total, fósforo total e oxigênio dissolvido em dois pontos de amostragem, sendo eles: P1 no ponto de captação para abastecimento público e P2 no meio do braço do Rio Parelheiros. Os resultados indicaram desconformidades recorrentes, principalmente nos parâmetros de nutrientes e oxigênio dissolvido. O ponto P2 apresentou condições persistentemente comprometidas, com ICE médio de 15,45% nos últimos 10 anos, sendo classificado como “péssimo” em toda escala temporal, enquanto o ponto P1 mostrou ICE médio de 26,8%, com tendência de piora a partir de 2020. Apesar de ainda atender a usos previstos para sua classe, o reservatório apresenta sinais de pressão antrópica contínua, destacando a necessidade de atenção quanto à gestão da bacia e controle de fontes poluidoras.

Palavras-Chave – qualidade de água, ICE.

1 INTRODUÇÃO

A degradação da qualidade da água em sistemas de reservação acarreta perdas e prejuízos nos serviços ecossistêmicos (*i.e.*, benefícios que os seres humanos obtêm do ambiente natural.) proporcionados pelos reservatórios. Dessa forma, surge a necessidade de se monitorar e avaliar estes

1) Afiliação: Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Avenida Trabalhador São-Carlense, 400, Parque Arnold Schimidt 13566-590, São Carlos/SP

ambientes, considerando as ações envolvidas, as mudanças na qualidade da água e a sua relação com as mudanças nos serviços ecossistêmicos (Silva *et al.*, 2022).

A qualidade da água no sistema Guarapiranga é fundamental para o bem-estar de milhões de pessoas, por conta do seu porte de abastecimento, visto isso, o monitoramento desse ambiente se torna indispensável (São Paulo, 2008). O Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of Environment* (CCMEa), é utilizado para facilitar a compreensão do cumprimento das metas de qualidade estabelecidas por legislações como a Resolução CONAMA 357/2005 (padrão de corpos d'água) que definem diretrizes de preservação e conservação das fontes hídricas potáveis.

Este artigo apresenta a aplicação do ICE, utilizando os dados dos parâmetros de água do reservatório Guarapiranga no período entre 2015 e 2024, obtidos no Portal Infoaguas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), correlacionando os resultados obtidos com os padrões exigidos na legislação vigente supracitada.

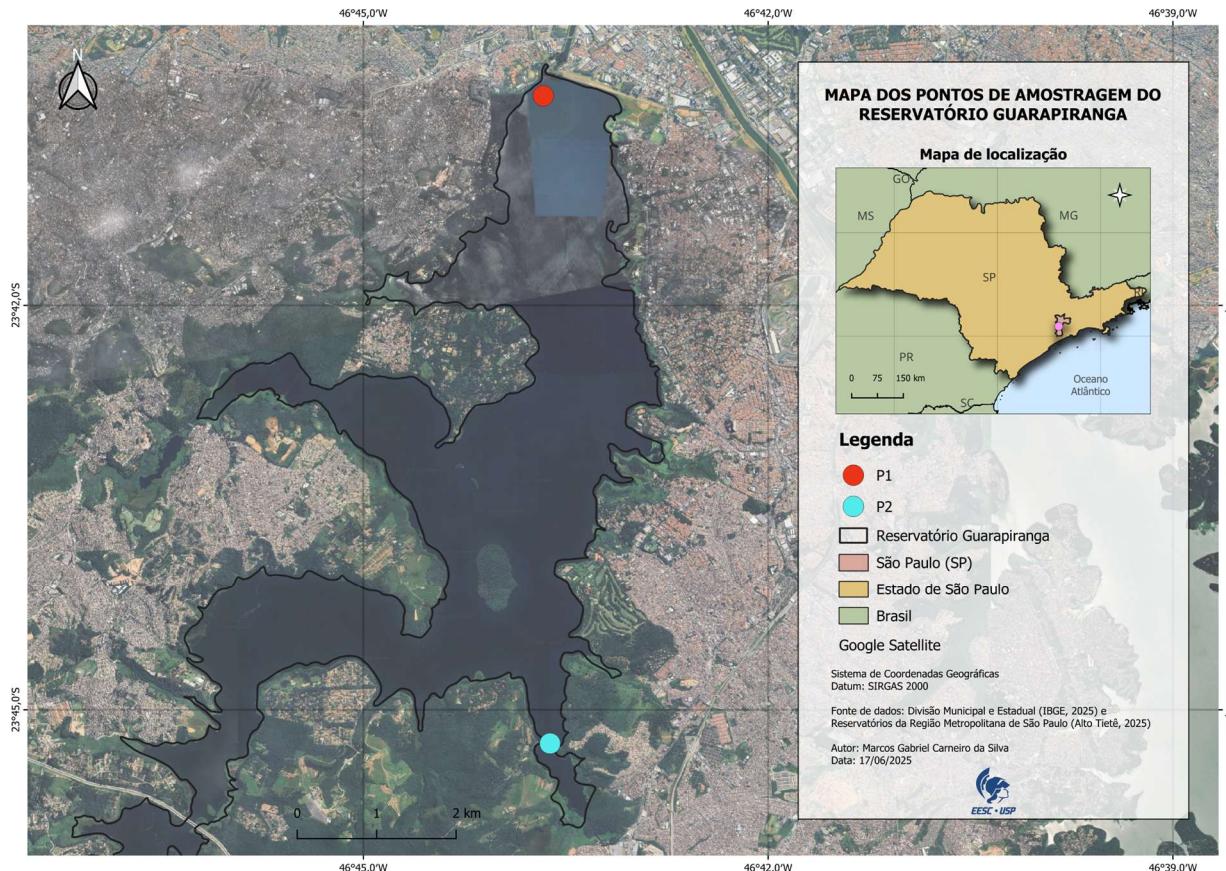
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A Bacia do Guarapiranga é a segunda maior abecedora de água da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). O sistema é formado pela represa, com contribuição de cerca de 97%, das águas dos rios Embu-Mirim, Embu–Guaçu, Parelheiros e Ribeirão Santa e outros cursos de água menores, além de duas transposições de água de outras bacias. A bacia produz 14 mil L/s de água e abastece, aproximadamente, 20% de toda a população da RMSP. O sistema tem uma capacidade de reserva de 171,19 hm³, com um volume de 74,3%, em junho de 2025. O represamento do Rio Guarapiranga e a construção da barragem para formação do reservatório de água, ocorreu em 1906, para fins energéticos (São Paulo, 2008; SABESP, 2025).

O açude possui 2 pontos de coleta de amostras de água, monitorados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), um na captação da SABESP, junto à casa de bombas, que começou a ser monitorado em 1974, (23°40'27.00"S, 46°43'40.00"E), (P1), e outro ponto no meio do braço do Rio Parelheiros, no bairro do Balneário São José, monitorado desde 1999, (23°45'15.00"S, 46°43'37.00"E), (P2) (CETESB, 2024, 2025). Na Figura 1, apresentam-se os detalhes do reservatório Guarapiranga, sua localização e os pontos de amostragem supracitados.

Figura 1 – Localização dos pontos de coleta



Fonte. Autoria própria (2025)

O reservatório em questão é enquadrado seguindo seus usos preponderantes como de classe 1 (i.e., águas destinadas ao abastecimento doméstico, sem tratamento prévio ou com simples desinfecção). O Enquadramento dos corpos de água é um instrumento de gestão fundamental na esfera de planejamento ao integrar a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) com a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) (São Paulo, 2016; CETESB, 2017).

2.2 Levantamento de dados

Os dados para determinação do ICE foram obtidos no Portal Infoaguas da CETESB, no período de 2015 a 2024. Com os dados determinou-se o índice, utilizando os parâmetros pH, turbidez, sólidos totais, nitrogênio total, oxigênio dissolvido (OD) e fósforo total do reservatório Guarapiranga, parâmetros comumente utilizados no cálculo do Indice de Qualidade das Águas (IQA) e com valores disponíveis para todos os anos adotados. Ademais, os resultados obtidos foram correlacionados com os padrões exigidos para águas de classe 1 na Resolução CONAMA 357/2005. Os valores dos

parâmetros de qualidade da água dos dois pontos de coleta P1 e P2, encontram-se na Tabela 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Dados do ponto de coleta P1

Parâmetros	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	(Jan, Mar, Mai, Jul, Set, Nov)	(Mar, Out, Dez)	(Mai, Jun, Set.)	(Mar, Jun, Set, Dez)	(Mar, Jun, Set, Dez)	(Mar, Jun, Set, Dez)				
pH (U.pH)	7,88	7,27	7,60	7,42	9,31*	9,40*	-	-	-	-
	6,75	7,93	7,60	7,22	8,08	6,90	-	6,80	7,00	9,20*
	7,28	7,00	7,24	7,73	7,21	6,60	7,30	-	-	-
	6,0 a 9,0	7,11	7,53	7,25	8,30	7,30	9,00*	7,30	7,00	6,70
	6,90	7,76	9,05*	8,45	8,20	8,50	7,00	6,70	7,20	9,50*
Turbidez (UNT)	7,26	7,45	7,36	8,68	6,80	8,90	-	6,60	9,50*	8,70
	3,97	6,43	5,61	5,20	7,20	3,97	-	-	-	-
	1,48	3,43	6,70	3,00	8,45	3,00	-	3,90	3,80	3,00
	1,43	5,07	6,21	3,60	7,22	5,00	3,17	-	-	-
	até 40 UNT	3,08	3,99	4,87	3,30	3,50	6,60	3,26	5,00	2,60
OD (mg/L)	5,68	4,10	4,80	5,85	7,73	7,76	8,40	8,80	6,70	7,60
	2,78	13,30	7,30	6,80	7,31	4,40	-	5,00	5,10	4,20
	6,94	8,30	5,79*	5,96*	9,70	10,31	-	-	-	-
	6,46	8,37	6,19	4,89*	10,12	5,46*	-	6,80	4,13*	9,35
	5,89*	4,96*	8,17	7,23	7,56	3,49*	4,76*	-	-	-
Sólidos Totais (mg/L)	>= 6 mg/L	6,59	6,96	7,40	10,57	6,77	9,99	6,66	7,75	6,61
	até 500 mg/L	8,91	7,29	9,70	9,10	8,20	8,60	2,31*	7,79	5,61*
	116,00	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	102,00	< 100
	128,00	< 100	< 100	126,00	< 100	< 100	< 100	< 100	102,00	< 100
	136,00	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	102,00	-	-	-
Nitrogênio Total (mg/L)	112,00	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	110,00	102,00
	até 500 mg/L	114,00	< 100	132,00	114,00	< 100	< 100	< 100	106,00	102,00
	112,00	< 100	< 100	132,00	< 100	< 100	-	100,00	< 100	114,00
	0,38	0,39	1,85	1,41	1,64*	1,63*	-	-	-	-
	0,18	1,10	1,28	0,83	1,16*	1,54	-	1,19	1,8	1,29*
Fósforo Total (mg/L)	0,31	1,24	1,69	1,12	1,30	2,31	2,30	-	-	1,83
	Concentração varia conforme pH	1,04	1,31	1,60	1,38*	2,43	2,52*	2,60	4,5*	1,71
	0,66	1,36	2,45*	2,48*	1,69*	3,02*	4,23*	4,58*	2,52	3,77*
	0,35	1,53	2,09	2,10*	1,81	2,36*	-	2,12	2,43*	2*
	0,09*	0,07*	0,07*	0,08*	0,11*	0,05*	-	-	-	-
até 0,02 mg/L	0,05*	0,04*	0,08*	0,08*	0,10*	0,07*	-	0,06*	0,08*	0,07*
	0,05*	0,05*	0,07*	0,10*	0,09*	0,2*	0,1*	-	-	-
	0,06*	0,05*	0,06*	-	0,07*	0,1*	0,12*	0,13*	0,08*	0,09*
	0,09*	0,07*	0,08*	0,14*	0,07*	0,14*	0,14*	0,15*	0,18*	0,12*
	0,04*	0,10*	0,09*	0,13*	0,12*	0,11*	-	0,08*	0,09*	0,11*

* Valores em desconformidade com a resolução CONAMA 357/2005

Fonte: Portal Infoaguas da CETESB

Tabela 2 – Dados do ponto de coleta P2

Parâmetros	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	(Jan, Mar, Mai, Jul, Set, Nov)	(Mar, Out, Dez)	(Mai, Jun, Set,)	(Mar, Jun, Set, Dez)	(Mar, Jun, Set, Dez)	(Mar, Jun, Set, Dez)				
pH (U.pH)	8,39	6,87	7,89	7,00	9,57*	-	-	-	-	-
	6,70	7,00	6,88	7,10	6,24	7,00	-	7,20	7,40	7,60
	7,16	6,97	6,95	6,94	7,39	-	8,00	-	-	-
	6,0 a 9,0	6,83	7,09	6,88	9,09*	7,12	-	6,50	6,90	8,90
	6,99	7,15	6,94	7,07	6,72	7,50	6,80	6,30	8,20	7,80
Turbidez (UNT)	6,65	7,02	6,70	7,27	8,60	7,00	-	7,10	8,30	7,10
	32,40	4,07	28,30	27,00	27,00	-	-	-	-	-
	3,54	4,97	9,25	5,80	5,80	7,74	-	9,60	6,80	4,30
	2,61	7,42	11,60	5,10	5,10	-	5,11	-	-	-
	até 40 UNT	3,68	9,20	11,80	12,00	-	5,20	3,20	14,00	15,00
OD (mg/L)	7,65	8,70	14,30	6,97	6,97	9,13	11,00	7,20	22,00	12,00
	3,00	17,70	8,30	8,30	8,30	8,06	-	12,00	6,20	13,00
	5,30*	7,20	7,51	2,38*	12,95	-	-	-	-	-
	1,07*	4,11*	4,35*	5,10*	3,49*	3,04*	-	7,18	7,96	8,42
	4,56*	4,49*	3,29*	1,27*	9,08	-	8,68	-	-	11,18
Sólidos Totais (mg/L)	>= 6 mg/L	3,36*	5,53*	6,77	14,80	6,25	-	6,47	5,52*	8,65
	3,13*	4,79*	4,28*	4,96*	5,11*	5,77*	6,73	1,63*	10,12	7,24
	3,17*	0,59*	4,20*	5,84*	9,68	4,40*	-	7,79	9,82	4,12*
	até 500 mg/L	126,00	136,00	126,00	134,00	<100	106,00	110,00	124,00	136,00
	124,00	132,00	<100	120,00	122,00	120,00	-	<100	108,00	142,00
Nitrogênio Total (mg/L)	3,27*	1,62	3,85*	2,52	2,13*	-	-	-	-	-
	2,25	1,47	2,05	1,54	1,57	4,54*	-	1,78	2,07	1,53
	1,86	1,85	4,75*	1,98	1,15	-	2,34*	-	-	-
	Concentração varia conforme pH	2,74	1,77	2,27	2,64*	1,49	-	2,70	6,40*	2,42*
	2,99	3,32	2,45	2,65	3,72*	3,52	3,41	4,65*	5,54*	2,94*
Fósforo Total (mg/L)	2,36	5,63*	2,09	2,29	2,44*	3,91*	-	2,52	2,41*	3,51
	0,21*	0,11*	0,28*	0,16*	0,19*	-	-	-	-	-
	0,13*	0,05*	0,17*	0,14*	0,07*	0,27*	-	0,2*	0,11*	0,07*
	0,08*	0,09*	0,39*	0,14*	0,10*	-	0,1*	-	-	-
	até 0,02 mg/L	0,19*	0,10*	0,16*	0,24*	0,09*	-	0,19*	0,16*	0,47*
	0,17*	0,20*	0,12*	0,20*	0,34*	0,26*	0,29*	0,36*	0,36*	0,19*
	0,10*	0,59*	0,11*	0,12*	0,21*	0,19*	-	0,17*	0,1*	0,24*

* Valores em desconformidade com a resolução CONAMA 357/2005

Fonte: Portal Infoaguas da CETESB

2.2 Cálculo do Índice de Conformidade ao Enquadramento

O ICE é uma adaptação de um modelo de índice de qualidade da água desenvolvido pela subcomissão técnica de qualidade da água do Canadá. O cálculo é realizado através de três fatores: abrangência, frequência e amplitude, que formam um vetor no espaço tridimensional a partir de um método matemático de cálculo estatístico baseado na combinação desses fatores (CCME, 2001a).

Fator 1 - Abrangência

Representa a abrangência das variáveis que estão em desconformidade, ou seja, o número de parâmetros de qualidade de água que estão fora dos valores do enquadramento pelo menos uma vez no período de observação, em relação ao número total de parâmetros mensurados. A Fórmula para o cálculo do Fator 1 é apresentada pela equação 1:

$$F1 = \left(\frac{Vf}{Tv} \right) * 100 \quad (1)$$

Em que:

Vf - Número de variáveis que falharam;

Tv - Número total de variáveis.

Fator 2 - Frequência

Este fator mostra a frequência de testes individuais que não atenderam às diretrizes, ou seja, o número de vezes que os testes da qualidade de água estiveram em desconformidade em relação ao limite desejável. A fórmula para o cálculo do Fator 2 pode ser observada na equação 2:

$$F2 = \left(\frac{Tf}{Tt} \right) * 100 \quad (2)$$

Em que:

Tf - Número de testes que falharam;

Tt - Número total de testes.

Fator 3 - Amplitude

Este fator se baseia na diferença entre o valor do parâmetro medido e o limite da classe, ou seja, o quantitativo que a aquele teste falhou em relação ao objetivo pretendido da qualidade da água, calculando-se em três etapas:

1 - Representa o número de vezes em que a concentração da variável observada é maior (ou menor, quando o objetivo desejado é um valor mínimo) que o limite estabelecido pelo enquadramento, em outros termos, indica quantas vezes variou o valor encontrado em desconformidade no monitoramento do objetivo. Sendo determinado pela equação 3:

$$\Delta V = \left(\frac{Fe}{Le} \right) - 1 \quad (3)$$

Em que:

Fe - Valor encontrado fora do enquadramento;

Le - Limite para o enquadramento.

Nos casos em que o valor do parâmetro não deva ser inferior ao limite estabelecido, a equação 3 deverá ser substituída pela equação 4 que se segue:

$$\Delta V = \left(\frac{Le}{Fe} \right) - 1 \quad (4)$$

Em que:

Fe - Valor encontrado fora do enquadramento;

Le - Limite para o enquadramento.

2 - Representa o número de vezes que os testes realizados estão em desacordo com o limite legal estabelecido; sendo calculado através da soma de todas as variações individuais dos testes desconformes, dividida pelo número total de testes, sendo denominada pela soma normatizada das variações, ou snv. Sendo determinado pela equação 5:

$$snv = \frac{\sum \Delta Vi}{Ta} \quad (5)$$

Em que:

Vi - Soma de todas as variações individuais dos testes desconformes;

Ta - Número total de testes.

3 - É representado pelo valor da snv em relação aos limites estabelecidos, com valores reduzidos a uma variável entre 0 e 100. Sendo determinado pela equação 6:

$$F3 = \frac{snv}{0,01 * snv + 0,01} \quad (6)$$

Em que:

snv - Soma normatizada das variações;

Após a obtenção dos fatores abrangência (F1), frequência (F2) e amplitude (F3), o Índice de Conformidade ao Enquadramento estará pronto para ser calculado, conforme a equação 7, posteriormente identificado a classificação pela tabela 2:

$$ICE = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right) \quad (7)$$

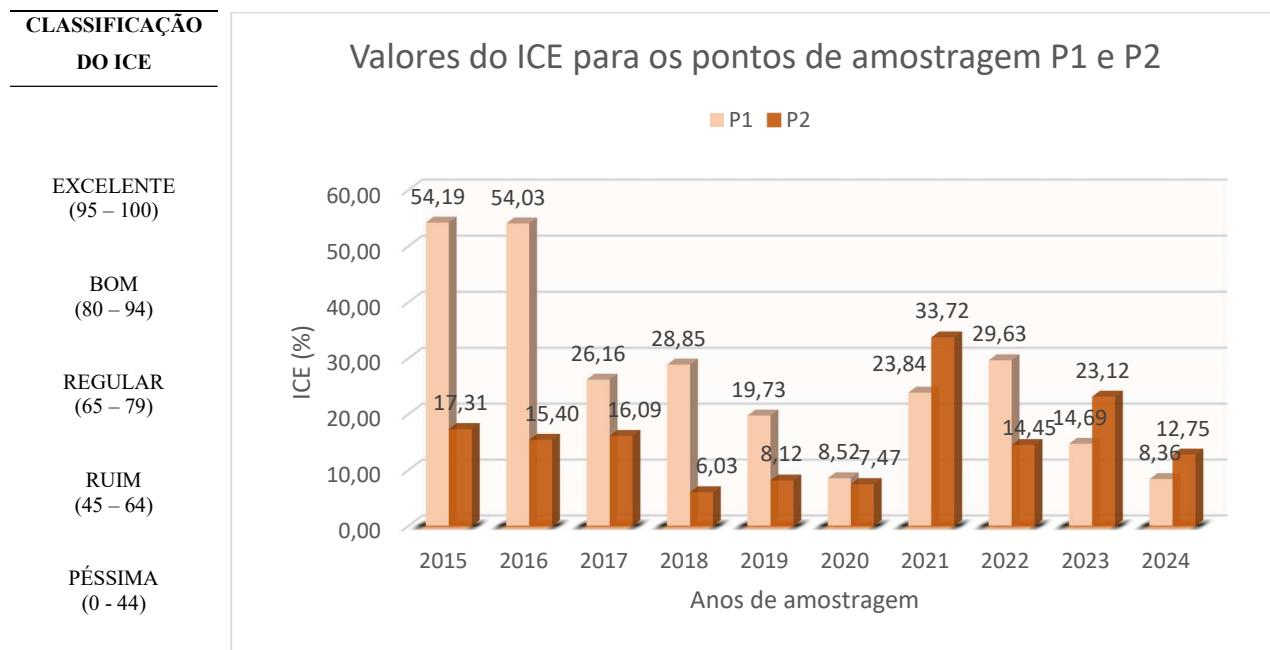
Tabela 2 – Classificação do ICE conforme CCME (2001b).

CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DO ICE	
Excelente (95 – 100)	A qualidade da água é protegida e a condição do corpo hídrico está muito próxima aos níveis naturais.
Bom (80 – 94)	A qualidade da água é protegida, apresentando apenas pequeno grau de impacto.
Regular (65 – 79)	A qualidade da água é geralmente protegida, no entanto ocasionalmente é ameaçada ou danificada.
Ruim (45 – 64)	A qualidade da água é frequentemente danificada ou ameaçada.
Péssima (0 – 44)	A qualidade da água quase sempre é danificada ou ameaçada.

3 RESULTADOS

O ICE calculado para os dois pontos de amostragem do reservatório Guarapiranga são apresentados na Figura 2, a qual mostra a evolução temporal do ICE e a condição do manancial em relação à classe de enquadramento, permitindo também uma comparação entre os pontos.

Figura 2 – Resultado do cálculo do ICE



De acordo com os resultados do ICE, o ponto de coleta P1 apresentou enquadramento "Ruim", nos anos de 2015 e 2016 e "Péssima" nos anos de 2017 a 2024. Enquanto o ponto de coleta P2 obteve enquadramento "Péssima" em todos os anos de análise.

Entre os parâmetros analisados, o fósforo total apresentou desconformidade com os padrões estabelecidos em toda a série histórica, em ambos os pontos de coleta. O nitrogênio total também mostrou variações importantes, das 51 análises realizadas no ponto P1, 18 estavam fora dos limites; no ponto P2, foram identificadas 18 desconformidades em 48 análises. O oxigênio dissolvido, especialmente em P2, teve um número ainda maior de falhas, 28 amostras estavam em desacordo com os padrões. No P1, esse valor foi de 14 amostras. Quanto ao pH, foram observadas algumas desconformidades em ambos os pontos, mas em menor quantidade, 7 em P1 e 2 em P2.

Na avaliação temporal houve um aumento das ocorrências de desconformidade no ponto P1 a partir de 2020, o que pode indicar um agravamento nas condições da qualidade da água nesse ponto. Entretanto, no ponto P2, a desconformidade apresentou uma relativa estabilidade ao longo do período analisado. Apesar de frequentemente ficarem em desacordo com os limites estabelecidos pelas normas, os dados não revelam uma tendência de deterioração, o que sugere um quadro cronicamente comprometido para o enquadramento estabelecido para o ponto em questão.

Para a aplicação do ICE é necessário no mínimo quatro visitas de amostragem anual (CCME, 2001b). Porém, nos anos de 2020 e 2021 para o ponto P2, e em 2021 para o ponto P1, registrou-se apenas três coletas anuais, o que contraria a recomendação metodológica. Ainda assim, optou-se por manter esses dados na série temporal, com objetivo de evitar lacunas no conjunto de informações. Essa limitação pode estar associada às restrições operacionais causadas durante a pandemia de COVID-19.

4 CONCLUSÃO

Os resultados revelaram pontos de atenção quanto à qualidade da água no reservatório, em relação à conformidade com os padrões estabelecidos para corpos hídricos de classe 1. Embora a situação não seja de degradação ambiental completa, o índice demonstra variações que se não monitoradas, podem comprometer a qualidade da água e o equilíbrio ecológico do sistema. A manutenção da qualidade atual exige ações mitigadoras e preventivas, como o controle de fontes poluidoras e a preservação de áreas ripárias.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro por meio de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.

CCME. Water Quality Index: Technical Report. In: Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. [S. l.]: Canadian Council of Ministers of the Environment, 2001a. Disponível em: https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/Water/CCME_Canada.PDF. Acesso em: 16 jun. 2025.

CCME. Water Quality Index: User's Manual. In: Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. [S. l.]: Canadian Council of Ministers of the Environment, 2001b. Disponível em: <https://ccme.ca/en/res/wqimanualen.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2025.

CETESB. Boletins de Qualidade » Águas Interiores. In: 4 dez. 2024. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/boletins-de-qualidade/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

CETESB. Enquadramento dos Corpos Hídricos » Águas Interiores. In: 28 abr. 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/enquadramento-dos-corpos-hidricos/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

CETESB. Infoaguas. [S. l.], 2025. Institucional. Disponível em: <https://sistemainfoaguas.cetesb.sp.gov.br/AguasSuperficiais/RelatorioQualidadeAguasSuperficiais/Monitoramento>. Acesso em: 22 jun. 2025.

SABESP. Portal dos Mananciais Sabesp - HidroMapas. [S. l.], 2025. Institucional. Disponível em: <https://mananciais.sabesp.com.br/HidroMapas>. Acesso em: 22 jun. 2025.

SÃO PAULO. BASE HIDROGRÁFICA DO ESTADO DE SÃO PAULO – ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA CONFORME DECRETO ESTADUAL N° 10.755/77. São Paulo, [s. l.], 2016.

SÃO PAULO. Guarapiranga – caderno ambiental. In: PRATELEIRA AMBIENTAL | PORTAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. 2008. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/guarapiranga-caderno-ambiental-2/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

SILVA, F. L. da et al. **Qualidade da água em reservatórios e a provisão de serviços ecossistêmicos: uma abordagem qualitativa /** Water quality in reservoirs and the ecosystem services provision: a qualitative approach. Brazilian Journal of Development, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 13895–13911, 2022.