



ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SOROCABA

ANA LAURA DE PAULA; ISABELA FERNANDA BRISOLA

RESUMO

O Rio Sorocaba nasce na Serra do Mar e deságua na margem esquerda do Rio Tietê. Ele é essencial para o abastecimento de água de Sorocaba e cidades próximas. Por ser extenso, sofre danos frequentes e impactos ambientais severos devido a descartes inadequados de efluentes domésticos e industriais. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) controla a qualidade da água, verificando periodicamente o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET), garantindo que a água esteja adequada para consumo antes da distribuição à população. Para a realização do presente trabalho, foram feitas coletas em dois pontos do rio, sendo elas na ponte Jornalista Fernando Lucas Neto e a ponte Pinga-Pinga, essa já monitorada pela CETESB e então analisadas de acordo com as condições do Laboratório de Biologia da Unesp câmpus Sorocaba. Ambos os pontos estão na área central e mais urbanizada de Sorocaba. O objetivo foi verificar se havia alterações significativas e comparar com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005, alterada pela CONAMA nº 430/2011, que classifica o rio dentro dos requisitos da classe 2, e pelos dados disponibilizados no relatório de qualidade de água da CETESB. Na data das coletas e análises, os índices sofreram leves alterações negativas. Acredita-se que isso ocorreu devido ao descarte frequente na área de coleta. No entanto, o Rio Sorocaba ainda é considerado adequado para consumo em regiões distantes das áreas de maior descarte e nas áreas que passaram por tratamento adequado realizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

Palavras-chave: CONAMA; CETESB; alterações; padrões; coleta.

1 INTRODUÇÃO

O Rio Sorocaba possui registros que demonstram que teve participação essencial para formação de cidades ao seu entorno, denotando um importante afluente da margem esquerda do Rio Tietê (Rosa *et al.*, 2015). Nesse sentido, é considerado de grande relevância na captação e abastecimento de água da região de Sorocaba (CETESB, 2008). Diante à sua localização e das cidades circunvizinhas, o Rio Sorocaba recebe muitos descartes de resíduos domésticos e industriais sem tratamento prévio, comprometendo significativamente a qualidade da água (Mello *et al.*, 2008).

Por ser um curso d'água responsável pelo abastecimento da população, o rio deve atender aos critérios da Resolução CONAMA nº430 (2011), que o classifica como classe 2, sendo apropriado para consumo humano após tratamento convencional (CONAMA, 2005). A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) monitora duas regiões: uma na ponte que liga Sorocaba à Rodovia Castello Branco, e outra na ponte Pinga-Pinga (CETESB, 2021), esta última sendo um dos pontos coletados neste trabalho.

A CETESB realiza periodicamente testes de qualidade de água, para serem monitorados e adicionados em seus periódicos, entre os controles executados está o Índice de

Qualidade da Água (IQA) (CETESB, 2021), que dispõe resultados de pH, coliformes fecais, temperatura, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio (N), fósforo (P), oxigênio dissolvido, sólidos dissolvidos e turbidez. Outro controle é o Índice de Estado Trófico (IET), que monitora o fósforo (P) e a clorofila presente no corpo d'água, com o resultado é possível determinar em qual estado de trofia o corpo se encontra. (CETESB, 2021).

O rio Sorocaba atende aos requisitos para distribuição e consumo humano (CONAMA, 2011) em algumas áreas. No entanto, em regiões afetadas pela urbanização e pelo despejo de efluentes, o consumo de sua água pode representar um risco para a população (Mello et al., 2008). Assim, o objetivo principal deste trabalho é comparar a qualidade da água divulgada pela CETESB em seu último relatório, de 2022, na região da ponte Pinga-Pinga, com as coletas realizadas pela dupla em duas áreas centrais da cidade de Sorocaba. Essas áreas são altamente urbanizadas: a primeira coleta foi feita na ponte Jornalista Fernando Luca Neto e a segunda na ponte Pinga-Pinga, já monitorada pela CETESB.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o estudo de qualidade de água do Rio Sorocaba foi considerado o trecho do rio que passa pela cidade de Sorocaba que apresenta clima tropical de altitude com verão chuvoso e inverno seco (Silva *et al.*, 2019). As amostras foram coletadas em 25 de abril de 2023, em dois pontos, o primeiro de coordenada Latitude 23°30'28''S e Longitude 47°27'05'' O; o segundo de coordenada Latitude 23°28'34''S e Longitude 47°26'31''O (figura 01).

Figura 1- Localização dos pontos de coleta



Nos procedimentos realizados para as coletas de água, foi utilizada a metodologia proposta por Apha (2012) e adaptada para as condições do laboratório da Instituto de Ciência e Tecnologia UNESP - Câmpus de Sorocaba, sendo assim os parâmetros: pH, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos totais, fósforo, nitrogênio e clorofila-a. Os cálculos foram realizados no software Excel (Microsoft, 2010) e comparados com a literatura e com a Resolução CONAMA nº430 (2011).

Para a coleta, utilizou-se um balde com corda, que foi submerso no rio contra a correnteza, respeitando os cuidados de amostragem (processo de ambientação). Foram coletados 3 litros de água em cada ponto desejado. Transferiram-se amostras para garrafas plásticas, devidamente identificadas com os pontos de coleta (E1 e E2) e, armazenadas em um recipiente térmico para transporte até o local de análise. A determinação do pH foi realizada utilizando um pHmetro previamente calibrado, em um béquer separou-se 40 mL de água para ambos os pontos (P1 e P2). O mesmo procedimento foi seguido para a medição de oxigênio dissolvido, calibrando previamente o eletrodo do oxímetro e adicionou-se aos béqueres de ambas as amostras. Ao fim da primeira etapa foi realizado a verificação da

turbidez da água, com auxílio do turbidímetro uma pequena quantidade das amostras foi colocada em cubetas para serem lidas e posteriormente apresentar os resultados.

Para calcular os resíduos totais, é necessário medir a diferença de pesos. Primeiramente, uma balança já tarada com um béquer foi utilizada para pesar uma amostra de 100 mL de cada ponto de coleta (P1 e P2). As amostras foram previamente medidas com o auxílio de um balão volumétrico para garantir maior precisão. Após anotar o peso inicial, o béquer foi colocado em uma estufa a 100°C para a evaporação completa da água. Por fim, o cálculo dos resíduos totais foi realizado comparando o peso inicial com o peso final.

O fósforo total foi determinado utilizando o kit Method 8190 - Phosphorus, Total - Manual Hach. Para isso, identificaram-se dois tubos de ensaio para cada ponto de coleta (P1 e P2). Em cada tubo, foram adicionados 5 mL das respectivas amostras de água, seguidos de persulfato de potássio do kit, e a mistura foi homogeneizada. Os tubos foram colocados no reator DRB 200 a 150°C por 30 minutos. Após esse tempo, as amostras foram reservadas para atingir a temperatura ambiente. Em seguida, adicionaram-se 2 mL de solução padrão de hidróxido de sódio, homogeneizando a mistura. Posteriormente, foi adicionado o sachê PhosVet3, e a mistura foi novamente homogeneizada cuidadosamente. Após 2 minutos, a reação foi concluída.

O processo de análise do nitrogênio total é semelhante ao do fósforo, porém seguindo o passo a passo do kit Method 10.071- Persulfate Digestion Method. Em dois tubos identificados (X e Y), contendo hidróxido de nitrogênio adicionou-se um sachê de persulfato de nitrogênio em cada, com cautela para evitar a presença de resíduos. No tubo X foi adicionado 2 mL da amostra (P1) e no tubo Y acrescentou-se água deionizada e foi agitado, posteriormente transferiram-se ao reator DRB 200 a 105°C por 30 minutos. Após esse período, ambos os tubos foram deixados para alcançar a temperatura ambiente. Em seguida, o reagente A TN foi incorporado a cada tubo (X e Y) e agitado por 15 segundos, assim como o reagente B TN, que também foi adicionado e agitado por 15 segundos. Um frasco do reagente C TN recebeu 2 mL da amostra coletada (tubo X), enquanto outro frasco do reagente foi utilizado para a substância branca tratada (tubo Y). Ambas as misturas foram homogeneizadas e, após 5 minutos, a reação ocorreu.

O processo de preparação das amostras de fósforo total e nitrogênio ocorreu para ambas as estações (E1 e E2). Ao término da preparação, todas as amostras foram encaminhadas ao espectrofotômetro, que estava previamente configurado para 410 nm. É essencial que a substância branca seja analisada primeiro como parte do processo de calibração, seguida pela amostra do ponto de coleta.

A clorofila-a passou pelo processo de filtração de cerca de 1 litro de água de cada ponto de coleta, com auxílio de uma bomba e utilizando filtro de microfibra de vidro de 47 mm até que ocorresse a saturação devido às partículas, as amostras ocorreram em duplicata. Ao fim da filtração todos os filtros foram armazenados longe de luz e refrigerados dentro de papel alumínio e devidamente identificados (P1 e P2).

Os filtros foram então macerados com a ajuda de um pistilo em um gral, adicionando gradualmente acetona 90% refrigerada e alcalinizada até atingir o limite de 10 mL. O conteúdo foi transferido para um tubo falcon devidamente identificado. Para o processo de lavagem e composição, foi adicionada acetona 90% até completar 10 mL. Os tubos foram então selados e armazenados refrigerados por 24 horas, antes de serem centrifugados a 3000 rpm por 10 minutos. Depois da centrifugação, o sobrenadante de cada tubo foi adicionado a cubetas de 10 mm e a outra cubeta contendo apenas a substância branca, nesse caso a própria acetona, a fim de calibrar o espectrofotômetro, foram realizadas leituras de ambos os pontos de coleta nos comprimentos de onda de 665 e 750 nm sem acidificação e, posteriormente acidificados com 2 gotas de ácido clorídrico (HCl) 1N.

Finalmente, o cálculo do Índice de Estado Trófico (IET) foi realizado no software

Excel utilizando o proposto por Carlson em 1977, e modificado por Lamparelli em 2004, para determinação de qual estado trófico ambos os pontos de coleta se enquadraram.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras coletadas em ambas as estações (P1 e P2), foram avaliadas no laboratório de biologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), no câmpus Sorocaba.

As análises se iniciaram a fim de determinar o Índice de Qualidade da Água como realizado pela CETESB em 2022. A partir dos resultados da tabela 1, é possível identificar que o Rio Sorocaba, categorizado como classe 2, pela Resolução CONAMA nº 430/2011, possui o pH dentro do intervalo permitido de 6,0 – 9,0 da mesma maneira que o oxigênio e turbidez também cumprem com a normativa, com valores não inferiores a 5 mg/L e menores a 100 UNT, respectivamente.

Em relação ao nitrogênio cumpre com o limite permitido segundo a resolução, a qual estabelece um limite de 2,18 mg/L para corpos de água lóticos, enquanto a temperatura se encontra adequada, pois podem sofrer variações durante diversos períodos.

Tabela 1- Resultados dos parâmetros do IQA

Parâmetros	Estação 1	Estação 2	Unidade de medida
pH	7,64	8,3	-
Oxigênio dissolvido	8,28	8,7	mg/L
Temperatura	22,9	22,6	°C
Turbidez	17,9	18,1	NTU
Sólidos totais	69	53	mg/L
Nitrogênio	0	0	µg/L

Fonte: Elaborado pelas autoras

Considerando que a Estação 2 se encontra localizada a montante da Estação 1 e que o percurso entre as estações o Rio Sorocaba percorre trecho da malha densamente urbanizada do município, é possível identificar a influência desta ocupação sobre a qualidade da água, observando uma leve acidificação do pH e diminuição do Oxigênio Dissolvido.

A determinação do IET, foi realizada a partir dos resultados obtidos nas análises de fósforo total e clorofila-a utilizando o método proposto por Carlson (1977) e modificado por Lamparelli (2004) que possibilita a determinação de qual estado trófico o local se encontra, apresentado na tabela 2 a seguir.

Tabela 2- Parâmetros para IET

Estação	PT (µg/L)	Cl a (µg/L)	IET PT	IET Cl a	IET	Categoria
1	430,0	1,527	71,2	48,8	60	Eutrófico
2	470,0	21,384	71,7	61,7	67	Supereutrófico

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Os resultados obtidos para fósforo total indicam que estava acima do limite de 0,1 mg/L, como observado na tabela 3, que a apresenta na amostra P1, com o valor de 0,42 mg/L e na P2 0,47 mg/L, não se enquadrando no CONAMA nº430/2011.

Tabela 3- Parâmetro do fósforo

Béquer	Branco	Solução (mg/L)	Corrigido	Fósforo Total (µg/L)
P1	0	0,43	0,43	430
P2	0	0,47	0,47	470

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Para o cálculo da clorofila-a utilizou-se as equações propostas por Wetzel e Likens (2001), mostrando que os resultados também não se enquadram no proposto pelo CONAMA nº430/2011, com limites de 10 µg/L.

Tabela 4- Resultado da leitura do espectrofotômetro para análise de clorofila (Chla) e pigmentos (Phaeo)

Estação 1	0,089 0,025	0,030	0,062 0,021	0,0310	0,7 0,7	10,692 1,527	1,169 1,006
Estação 2	0,13 0,061	00,021	0,0660,037	00,023	0,8 0,8	21,384 8,687	2,123 0,295
Amostra	U665	U750	A665	A750	V (L)	Chla (µg/L)	Phaeo (µg/L)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

O estudo desenvolvido por Gaiotto (2004), descreve a situação da qualidade da água do Rio Sorocaba, já que é classificada como aceitável ao chegar aos municípios de Votorantim e Sorocaba. Contudo, torna-se ruim após percorrer tais municípios, ressaltando que o Rio Sorocaba recebe efluentes domésticos e industriais com um tratamento parcial.

Em monitoramentos realizados pela CETESB apontaram que no ano de 2022 o (IQA) anual médio do Rio Sorocaba variou entre bom e regular entre os anos de 2017-2021, até se estabilizar como regular no ano de 2022 (CETESB, 2022), evidenciando que o trabalho desenvolvido possui resultados semelhantes aos expostos pela CETESB.

4 CONCLUSÃO

A partir das informações coletadas e interpretadas, conclui-se que a qualidade das águas do Rio Sorocaba diminui ao passar pelo município estudado. Embora os padrões estabelecidos pelo CONAMA nº 357/05 e as alterações realizadas pela Resolução CONAMA nº 430/2011, observam-se leves alterações negativas nesses padrões, provavelmente devido à passagem do rio por uma zona fortemente urbanizada no município.

Além disso, os valores de fósforo e clorofila-a analisados estão fora dos padrões estabelecidos pela resolução de comparação, com ambos os pontos analisados acima do limite permitido. Uma hipótese para os elevados valores de fósforo na entrada do perímetro urbano é a zona de intensa produção agrícola ao redor do reservatório de Itupararanga, localizado a montante dos pontos analisados. Suspeita-se que processos de lixiviação estejam transportando fertilizantes agrícolas para o leito do rio, indicando a necessidade de mais estudos para monitorar e comprovar essa teoria.

Quanto ao índice de estado trófico, observa-se uma leve melhora na qualidade da água ao seguir o curso do rio do ponto dois para o ponto um, passando de supereutrófico para eutrófico, o que reafirma o potencial de autodepuração do Rio Sorocaba. No entanto, essa melhora não é geral, pois outros parâmetros, como os valores de sólidos totais, indicam o contrário.

Diante desses resultados, é necessário propor medidas para manter o controle da qualidade das águas. É crucial que o poder público desenvolva estratégias e ações corretivas visando o controle dos despejos e processos de lixiviação que causam grandes prejuízos ao

leito do rio. Ademais, é fundamental promover estudos e pesquisas que contribuam diretamente para o monitoramento das fontes de poluição. É responsabilidade da sociedade cobrar essas medidas e disseminar a cultura das boas práticas para, assim, manter a melhor qualidade das águas, especialmente nos perímetros urbanos, onde a degradação é mais acentuada.

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: American Public Health Association, 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: junho 2023.

CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes 1. Limnology and oceanography, v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. São Paulo, 2018 a 2022. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: junho de 2023.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2021. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2023/09/Relatorio-de-Qualidade-das-Aguas-Interiores-no-Estado-de-Sao-Paulo-2022.pdf>. Acesso em: junho 2023.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012. p. 376-383. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/images/conteudo/LivroConama.pdf>. Acesso em: 24 maio 2024.

GAIOTTO, M., A. Aspectos Socioambientais dos resíduos da bacia do Rio Sorocaba – SP: Uma contribuição ao desenvolvimento regional do turismo ecológico. ICTR – 2004 Congresso Brasileiro de ciência e tecnologia em resíduos e desenvolvimento sustentável. 2004.

LAMPARELLI, M., C. Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. Tese (Doutorado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. doi:10.11606/T.41.2004.tde-20032006-075813. Acesso em: junho 2023

MELLO, G. L. S.; JÚNIOR N. M.; TACHIBANA, E. M. Impacto na qualidade da água do rio Sorocaba, localizado no estado de São Paulo, após implantação da estação de tratamento de esgotos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, nº 25, 2009. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e

Ambiental. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites/30/2016/06/Menego_n_1.pdf. Acesso em: 15 jun.2023

MICROSOFT CORPORATION. Microsoft Excel. Versão Office 365. Redmond, WA: Microsoft, 2010. ROSA, A.H; MANFREDINI, F. N; GUANDIQUE, M. E. G. A história ambiental de Sorocaba. Sorocaba: Unesp – Câmpus experimental de Sorocaba, 2015. Disponível em:

[https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Eventos191/historia-ambiental-editora-ebook.p df](https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Eventos191/historia-ambiental-editora-ebook.pdf). Acesso em: 15 jun.2023

SAAE SOROCABA. Disponível em: <https://www.saaesorocaba.com.br/agua/>. SILVA, C. de O. F.; GOVEIA, D. Avaliação da qualidade ambiental de corpos hídricos urbanos utilizando análise multivariada. Interações (Campo Grande), v. 20, n. 3, p. 947–958, 2019. DOI: 10.20435/inter. v0i0.1832. Disponível em: <https://interacoesucdb.emnuvens.com.br/interacoes/article/view/1832>. Acesso em: 15 jun. 2023.

WETZEL, R. G. et al. Organic matter. In: WETZEL, Robert G. (3ªEd.). Limnological Analyses. p. 147-174, 2000.