



AVALIAÇÃO ESPACIAL DA QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA DO MUNICÍPIO DE SOROCABA (SP)

Gabriela Gomes¹
Liliane Moreira Nery²
Ana Laura de Paula³
Arthur Pereira dos Santos⁴
Vanessa Cezar Simonetti⁵
Darllan Collins da Cunha e Silva⁶

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

Water scarcity and poor quality are challenges faced in many countries, and it is important to obtain accurate information about water resources available and appropriate for different uses. The objective of this study is to evaluate the water quality parameters in the Pirajibu-Mirim river basin and its framework for the relevant resolutions for Class II water bodies of CONAMA resolution 357/05. Water analysis was carried out in the dry and rainy periods, considering physical-chemical parameters such as Dissolved Oxygen (DO), Electrical Conductivity (EC), Total Dissolved Solids (TDS), Nitrogen (N) and Total Phosphorus (TP). The results revealed that the water quality indicator variables, such as STD and EC, presented values much higher than those established by the resolution and DO presented lower levels also established by the resolution. This study elucidates the effects of anthropic actions on water quality in the watershed, contributing to proper management, and it is the responsibility of the public power to supervise and allocate resources to guarantee the implementation of adequate sanitary infrastructure.

Palavras-chave: Parâmetros Físico-químicos, Análise Espacial, Gestão Hídrica.

¹Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, gabriela.gomes98@unesp.br

²Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, liliane.nery@unesp.br

³Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, al.paula@unesp.br

⁴Doutorando em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, arthur.p.santos@unesp.br

⁵Profª. Drª. Universidade de Sorocaba – Campus Cidade Universitária, vanessa.simonetti@prof.uniso.br

⁶Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, darllan.collins@unesp.br



INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a existência da vida, no entanto a sua disponibilidade tem se mostrado ameaçada pelas atividades antrópicas. A liberação inadequada de esgotos sanitários e resíduos sólidos nos corpos d'água promovem um processo gradativo de contaminação, resultando em um grave problema de saúde pública (SANTOS et al, 2018). Logo, a água de qualidade pode se tornar um elemento escasso no futuro, ameaçando o uso e gestão dos recursos hídricos, daí a importância de haver normas e fiscalização sobre o uso dos recursos hídricos (SILVA et al., 2021).

O crescimento populacional e o aumento pela demanda dos recursos hídricos têm levantado preocupações quanto a disponibilidade hídrica em todo o globo. Atualmente, a demanda por água potável, sanitária e acessível, que atenda aos critérios da comunidade humana figura entre os principais desafios ambientais, especialmente nos países subdesenvolvidos, representando uma séria preocupação (SALEH et al, 2020).

A escassez de água e sua má qualidade são desafios enfrentados em muitos países, sendo importante obter informações precisas sobre os recursos hídricos disponíveis e apropriados para diferentes usos para permitir um ordenamento territorial adequado e o desenvolvimento sustentável (AMEEN, 2019; ANDRADE et al., 2021).

Portanto, objetivo deste estudo é avaliar os parâmetros de qualidade da água no exutório de seis sub-bacias hidrográficas do rio Pirajibu-Mirim e seu enquadramento as resoluções pertinentes para os corpos de água Classe II da resolução CONAMA 357/05.

METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim está localizada no interior do Estado de São Paulo, no município de Sorocaba, que possui aproximadamente 687.357 habitantes e uma área de 450,382 km² (IBGE, 2021). O município pertence a Região Metropolitana de Sorocaba, institucionalizada em 8 de maio de 2014 pela Lei Complementar Estadual nº 1.241, e é composta por 27 municípios. A bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim está localizada a sudeste do município de Sorocaba e possui uma extensão de 55,35 km² (Figura 1) e pertence a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 10 do Sorocaba e Médio

Realização

Tietê.

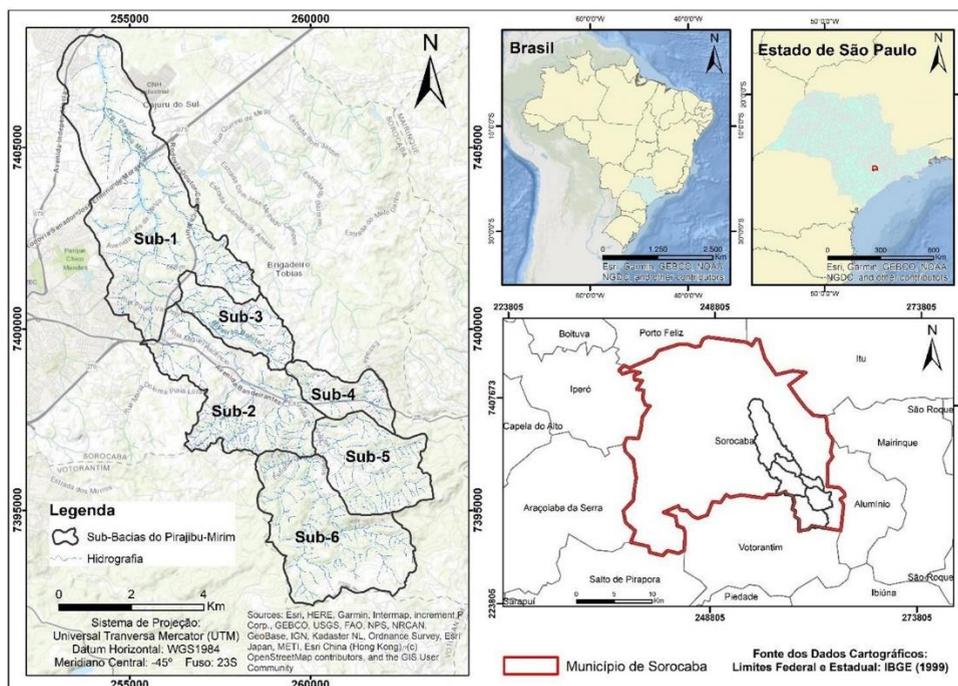


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim no município de Sorocaba (SP).

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, Sorocaba possui clima Cfa, caracterizado por clima quente e temperado, apresenta uma média pluviométrica anual de 1.219 mm e temperatura média de 20,5°C (CLIMATE-DATA, 2022).

Foram utilizadas bases de dados apoiadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG) para compor o estudo. Os critérios estabelecidos nos estudos de Simonetti, Silva e Rosa (2022a) foram aplicados para dividir a bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim. Assim, o estudo incluiu seis locais de amostragem referidos como Sub-Bacia 1 a 6 (Sub1 a Sub6), cujas coordenadas estão listadas na Tabela 1, correspondendo a saída (exutório) de cada Sub-Bacia (Figura 2).

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos amostrais

Sub-Bacias	Coordenadas planas UTM Datum Horizontal: WGS1984	Área de drenagem (km ²)
------------	---	--

Realização



Sub1	254292 E - 7408090 N	19,94
Sub2	256307 E - 7400405 N	10,39
Sub3	256472 E - 7400699 N	4,08
Sub4	260050 E - 7398044 N	2,97
Sub5	260165 E - 7397458 N	6,60
Sub6	259728 E - 7396438 N	11,38

Fonte: Elaboração própria.

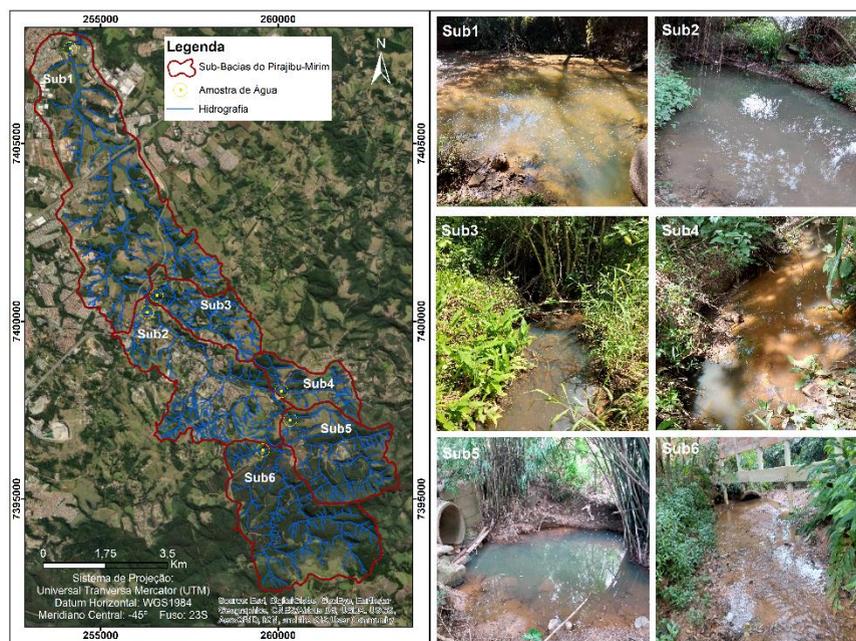


Figura 2 - Localização dos exutórios das Sub-Bacias amostradas no estudo.

Fonte: Elaboração própria.

A coleta de água nos exutórios das Sub-Bacias foi executada a uma profundidade de 0-30 cm abaixo da superfície da água, utilizando um recipiente plástico previamente adaptado com a água do próprio local antes da coleta, de acordo com as diretrizes descritas por Brandão et al. (2011). As amostras de água foram armazenadas em recipientes de polietileno de alta resistência. Foram realizadas quatro campanhas de coleta de amostras de água, abrangendo a replicação de cada período. Durante a estação chuvosa, a primeira campanha foi em fevereiro e a replicação em março e no período seco em junho e julho.

As análises *in loco* da água foram obtidas por meio da sonda multiparâmetros da

Realização



marca Hanna (modelo HI98194), que foi devidamente calibrada com soluções-padrão de alta pureza. Os parâmetros físico-químicos analisados incluíram o Oxigênio Dissolvido (OD - mg/L) e Condutividade Elétrica (CE - $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Para obtenção dos parâmetros referentes ao Nitrogênio Amoniacal Total (N - mg/L); Fósforo Total (PT - mg/L), as amostras foram coletadas e prontamente colocadas em recipientes de polietileno novos, mantidos em refrigeração e enviados ao Departamento de água e Solos da Unesp de Botucatu. O PT foi obtido por meio do método de Colorimetria de Metavanadato (APHA, 1999) e o N foi pelo método Semi-micro Kjeldahl (APHA, 1999). Já os sólidos totais dissolvidos (STD - mg/L) foram obtidos de acordo com a Norma Técnica para análise de sólidos da SABESP (1999) no laboratório de Água e Solos da Unesp - ICTS.

Os resultados obtidos foram comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, que define os critérios para os corpos hídricos de classe II, no qual os exutórios dos tributários analisados se enquadram.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras 3, 4, 5, 6 e 7 exibem os gráficos dos parâmetros analisados no estudo para cada Sub-Bacia.

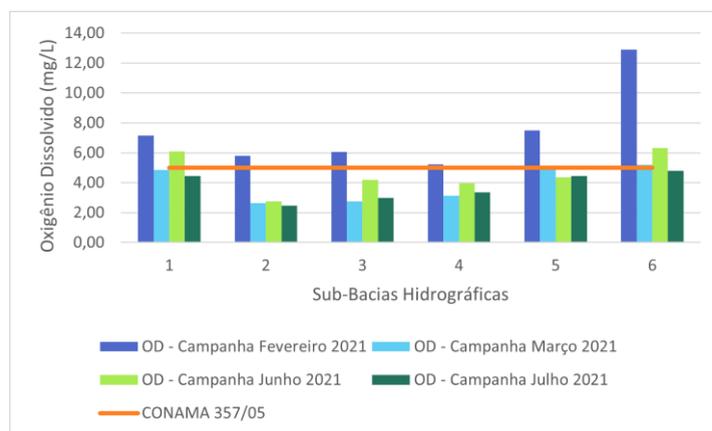


Figura 3 – Oxigênio Dissolvido (OD) obtido nas Sub-Bacias do rio Pirajibu-Mirim.
Fonte: Elaboração própria.

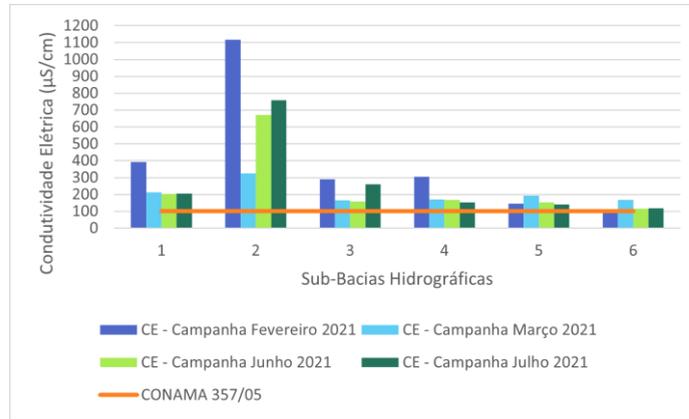


Figura 4 – Condutividade elétrica (CE) obtido nas Sub-Bacias rio Pirajibu-Mirim.
Fonte: Elaboração própria.

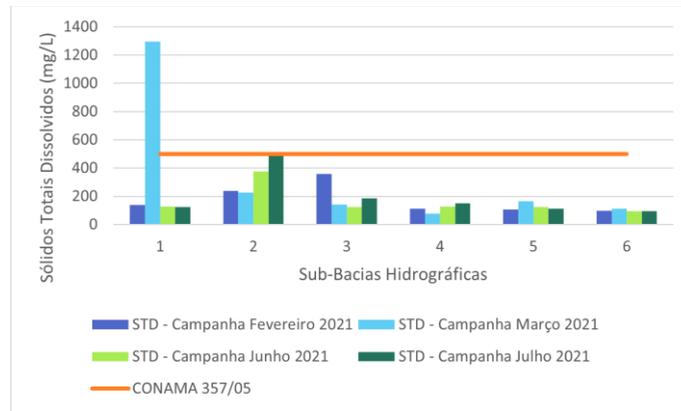


Figura 5 – Sólidos Totais Dissolvidos (STD) obtido nas Sub-Bacias do rio Pirajibu-Mirim.
Fonte: Elaboração própria.

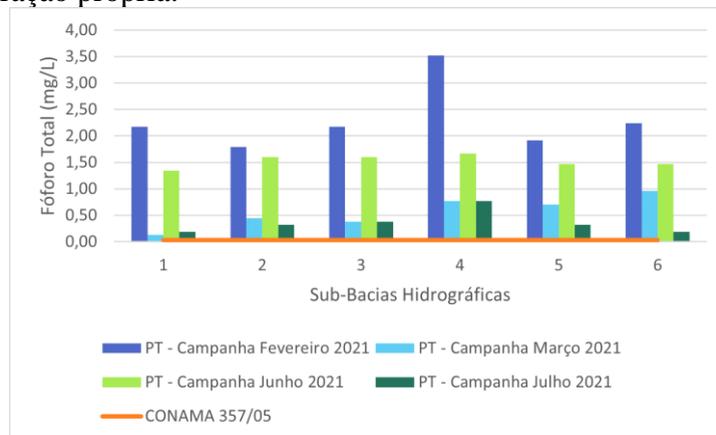


Figura 6 – Fósforo Total (PT) obtido nas Sub-Bacias do rio Pirajibu-Mirim.
Fonte: Elaboração própria.

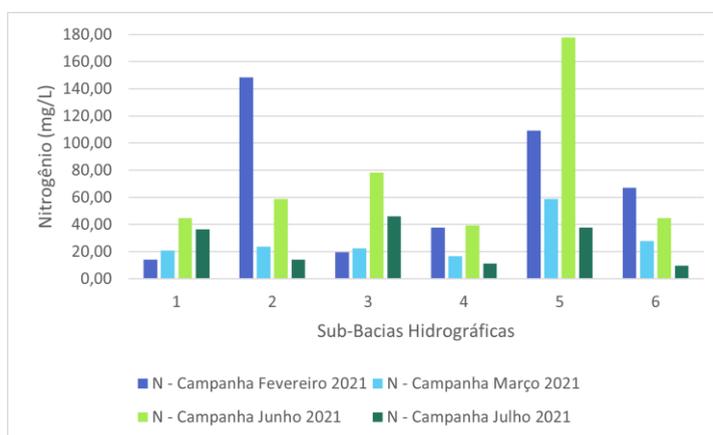


Figura 7 – Nitrogênio obtido nas Sub-Bacias do rio Pirajibu-Mirim.
Fonte: Elaboração própria.

A tabela 2 exibe a compilação dos parâmetros de qualidade da água investigados nas Sub-Bacias do rio Pirajibu-Mirim.

Tabela 2 - Dados quantitativos dos parâmetros de água obtidos nas Sub-Bacias do rio Pirajibu-Mirim

Parâmetros	Amplitude Chuvoso	\bar{x}	DP	CV	Amplitude Seco	\bar{x}	DP	CV	Conama 357/05
	(Máx – Mín)			(%)	(Máx – Mín)			(%)	Classe II
OD (mg/L)	12,90 – 2,64	5,69	2,76	48,47	6,33 – 2,48	4,19	1,20	28,64	$\geq 5,00$ (mg/L)
CE (uS)	1116,00 - 108,00	299,25	270,89	90,52	759,00 - 114,50	258,42	217,86	84,30	$\leq 100,00^*$ (uS)
STD (mg/L)	1295,00 - 78,00	255,83	336,60	131,57	492,00 – 94,00	177,25	124,51	70,25	500,00 (mg/L)
PT (mg/L)	3,52 – 0,13	1,43	1,02	71,11	1,66 – 0,19	0,94	0,63	66,62	0,03 ⁽¹⁾ 0,05 ⁽²⁾ (mg/L)
N (mg/L)	148,40 – 14,00	47,25	42,33	89,60	177,80 – 9,80	49,93	44,88	89,87	**

Fonte: Elaboração própria.

Legenda: \bar{x} = Média. DP = Desvio Padrão. CV = Coeficiente de Variação. ⁽¹⁾ Limites estabelecidos para ambientes lânticos. ⁽²⁾ Limites estabelecidos para ambientes intermediários e tributários provenientes de ambientes lânticos. (**) Parâmetro variável em função do pH.

O OD (Tabela 2) apresentou os valores da amplitude do período seco e chuvoso, sendo registrado no mês de fevereiro de 2021 (período chuvoso) o maior valor na sub-bacia de cabeceira (Sub-Bacia 6) com OD de 12,90 mg/L, enquanto março de 2021, ainda período chuvoso, foi obtido o menor valor, com OD de 2,64 mg/L para a Sub-Bacia 2. Durante o



período seco a variação da amplitude foi entre 6,33 mg/L e 2,48 mg/L para as Sub-bacias 6 e 2, respectivamente. Em todas as campanhas realizadas, foi observado consistentemente que a Sub-Bacia 6 apresentou os valores mais elevados de OD, enquanto a Sub-Bacia 2 registrou predominantemente os menores valores. Na primeira campanha do período chuvoso (fevereiro de 2021), todas as Sub-Bacias atenderam aos padrões estabelecidos para oxigênio dissolvido (OD) pela Resolução CONAMA 357/05 para a classe II. Já na segunda campanha (março de 2021), apenas as Sub-Bacias 5 e 6 cumpriram os requisitos legais, alcançando valores de OD de 5,0 mg/L e 5,19 mg/L, respectivamente.

As Sub-Bacias 1 e 6 apresentaram valores satisfatórios na primeira campanha do período seco, sendo o OD igual a 6,09 mg/L e 6,33 mg/L, enquanto as demais bacias apresentaram valores abaixo estabelecidos pela CONAMA 357/05. Não obstante, nenhuma bacia apresentou valores de OD acima de 5,0 mg/L na réplica do período seco, se destacando a Sub-Bacia 2 com os piores resultados em todas as campanhas. Destaca-se a importância do OD como elemento essencial para preservar a vida nos ecossistemas aquáticos, uma vez que inferiores a 5,0 mg/L podem afetar negativamente a capacidade de respiração dos peixes (SONNENBERG et al., 2020), onde o consumo de oxigênio é dado pela oxidação da matéria orgânica (MENDES et al., 2021). Portanto, baixas concentrações de OD podem indicar elevadas cargas orgânicas nos corpos hídricos.

Ao analisar a Figura 4, os valores de Condutividade Elétrica (CE) mais elevados foram encontrados na Sub-Bacia 2 em todos os períodos amostrados, com destaque para o período chuvoso (fevereiro de 2021) com 1116,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, enquanto a Sub-Bacia 6 apresentou o valor mais baixo da campanha com 108 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Na réplica do período (março de 2021) a Sub-Bacia 2 registrou uma significativa diminuição na condutividade elétrica (CE), com um valor de 324,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando a possibilidade de uma carga de substâncias provenientes de fontes não relacionadas ao escoamento superficial durante o mês de fevereiro, uma vez que a precipitação acumulada nesse período foi de 74,5 mm, enquanto em março foi de 112,8 mm.

Para o período seco, sendo esses junho e julho de 2021, os maiores valores de CE foram encontrados na Sub-Bacia 2, com 671,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no mês de junho e 759,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em julho, enquanto a Sub-bacia 6 obteve os menores valores do período com 114,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Realização



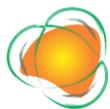
e 119,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. Com bases nos resultados obtidos, há evidências de que a Sub-Bacia 2 está experimentando um influxo de íons dissolvidos que afetam a composição de suas águas. Todos os pontos de amostragem analisados excederam o limite máximo de Condutividade Elétrica estabelecido pela Cetesb (2009), sendo este de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade elétrica refere-se à quantidade de sais dissolvidos na água e a sua capacidade de conduzir corrente elétrica (ALVES et al., 2020). A condutividade varia de acordo com a temperatura, concentração de íons e presença de sais, representando indiretamente a poluição, ou seja, quando há um aumento na quantidade de sólidos dissolvidos, a condutividade também aumenta (GONÇALVES et al., 2020).

Para os sólidos totais dissolvidos (STD) a Sub-Bacia 1 apresentou os valores mais elevados, com 1295,00 mg/L na campanha do período chuvoso (março de 2021), seguido pela Sub-Bacia 2, com 226,00 mg/L, enquanto o menor valor encontrado foi de 78,00 mg/L na Sub-Bacia 4.

No período seco foram observados os níveis mais elevados de STD na Sub-Bacia 2, registrando 375,00 mg/L em junho e 492,00 mg/L em julho de 2021. Em seguida, a Sub-Bacia 4 apresentou valores de 128,00 mg/L e 149,00 mg/L durante os mesmos meses, enquanto a Sub-Bacia 1 apresentou níveis de 126,00 mg/L e 124,00 mg/L, respectivamente. Por outro lado, os índices mais baixos durante o período seco foram observados na Sub-Bacia 6, com valores de 95 mg/L e 94,00 mg/L para junho e julho, respectivamente.

Na primeira coleta de amostras (fevereiro de 2021), foram observados os valores mais altos de PT nas Sub-Bacias 4 (3,52 mg/L) e 6 (2,24 mg/L). Por outro lado, as Sub-Bacias 2 (1,79 mg/L) e 5 (1,92 mg/L) registraram os menores valores. Na segunda coleta realizada durante o período chuvoso (março de 2021), as Sub-Bacias 4 e 6 novamente apresentaram os maiores valores de PT, com 0,77 mg/L e 0,96 mg/L, respectivamente. Em contraste, as Sub-Bacias 1 (0,13 mg/L) e 3 (0,38 mg/L) registraram os valores mais baixos. Durante o período seco, a primeira coleta (junho de 2021) revelou os valores mais significativos de PT, com destaque para a Sub-Bacia 4, que obteve 1,66 mg/L, seguida pela Sub-Bacias 2 e 3, com 1,60 mg/L cada uma. É relevante mencionar que todas as sub-bacias, tanto no período chuvoso quanto seco, apresentaram níveis muito acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05.

Realização



A presença de teores de PT acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 em todos os exutórios, assim como a elevada concentração de N, indicam a ocorrência clandestina de lançamento de esgoto, conforme constatado durante as campanhas de coleta de água e nas conversas com os residentes nas proximidades dos exutórios das Sub-Bacias 2, 3 e 4.

Durante o período de chuvas, os resultados das análises de N revelaram valores mais significativos na primeira campanha para as Sub-Bacias 2 e 5, com 148,40 mg/L e 109,20 mg/L, respectivamente, enquanto as Sub-Bacias 1 e 3 apresentaram os menores valores da campanha, com 14,00 mg/L e 19,60 mg/L. No período de estiagem, a primeira campanha também registrou os valores mais altos, especialmente para a Sub-Bacia 5 (177,80 mg/L), seguida da Sub-Bacia 3, com 78,40 mg/L, enquanto os menores valores foram observados na sub-Bacia 4 (39,20 mg/L). A eutrofização é o principal problema decorrente de concentrações elevadas de nitrogênio (GLORIA; HORN; HILGEMANN, 2017). O nitrogênio (N) presente nos corpos d'água pode ser resultante de processos naturais, porém pode estar associado ao lançamento de efluentes, incluindo tanto água pluviais quanto esgoto não tratado (CARVALHO et al, 2020).

CONCLUSÕES

Verificou que as variáveis consideradas indicadoras de qualidade de água, como o STD e CE, apresentaram valores muito acima do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05. O OD apresentou níveis inferiores aos estabelecidos pela resolução. Além disso, o nitrogênio (N) e fósforo (P) exibiram concentrações significativamente elevadas, indicando uma potencial contaminação resultante da entrada de nutrientes nos diferentes compartimentos da bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim.

A partir dos resultados levantados há evidências de que a bacia vem sofrendo impactos negativos oriundo de atividades antrópicas, como lançamentos de esgoto doméstico, que afetam diretamente a qualidade e disponibilidade de água da bacia hidrográfica.

Este estudo elucidou os reflexos das ações antrópicas sobre a qualidade de água na bacia hidrográfica colaborando para uma gestão adequada, sendo de responsabilidade do

Realização



poder público supervisionar e alocar recursos para garantir a implementação de infraestrutura sanitária adequada.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALVES, I. T.; PERUSI, M. C.; PIROLI, V. A. B.; FERREIRA, J. J.; PIROLI, E. L. Indicadores químicos e físicos de qualidade da água da nascente do córrego Monjolinho canalizado e olho d'água natural, município de Ourinhos-SP. **Revista Geografia e Pesquisa**, v. 14, n. 2, p. 62 – 72, 2020.

AMEEN, H. A. Spring water quality assessment using water quality index in villages of Barwari Bala, Duhok, Kurdistan Region, Iraq. **Applied Water Science**, v. 9, n. 176, 2019.

ANDRADE, E. L.; PRESTES, J. A.; VENCEL, L. S.; ARANTES, L. T.; SILVA, D. C. C. Conflitos de uso do solo em áreas de preservação permanente na bacia do rio Pirapora, Salto de Pirapora/SP: influência na qualidade das águas. **Estudos Geográficos (UNESP)**, v. 19, p. 150-168, 2021.

BRANDÃO, C. J.; BOTELHO, M. J. C.; SATO, M. I. Z.; LAMPARELLI, M. C. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

CARVALHO, D. J.; SILVA, D. L. O.; COSTA, M. E. L.; KOIDE, S. Análise da qualidade da água pela CME na bacia do riacho fundo – DF. In: **XIII Encontro Nacional de Águas Urbanas**, Porto Alegre, 2020.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem**. São Paulo, 2009

CLIMATE-DATA. **Clima: Sorocaba**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/sorocaba-756/>. Acesso 20 abr 2023.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º 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 República Federativa do Brasil, Brasília, 2005.

GLORIA, L. P.; HORN, B. C.; HILGEMANN, M. Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do índice de qualidade da água – IQA. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 14, n. 1, p. 103 – 119, 2017.

Realização





GONÇALVES, L. L.; DELOSS, A. M.; DIAS, V. S.; NUNES, R. S. G.; WEBER, M. A. Qualidade da água de córregos urbanos de São Gabriel/RS. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 267 – 273, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**, 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/panorama>>. Acesso em: 29 mai. 2023

MENDES, T. A.; ALVES, F. C. R.; FERREIRA, D.; MENDES, D.; CUBA, R. M. F. Avaliação de diferentes técnicas de medição do oxigênio dissolvido para o saneamento básico. **Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 10, n.1, p. 406 – 426, 2021.

SALEH, H. N.; VALIPOOR, S.; ZAREI, A.; YOUSEFI, M.; ASGHARI, F. B.; MOHAMMADI, A. A.; AMIRI, F.; GHALEHASKAR, S.; KHANEGHAH, A. M. Assessment of groundwater quality around municipal solid waste landfill by using Water Quality Index for groundwater resources and multivariate statistical technique: a case study of the landfill site, Qaem Shahr City, Iran. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 42, p. 1305 – 1319, 2020.

SANTOS, S. A.; GASTALDINI, M. C. C.; PIVETTA, G. G.; FILHO, O. S. Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria/RS. **Sociedade e Natureza**, v. 30, n. 2, p. 23 – 44, 2018.

SILVA, D. C. C.; OLIVEIRA, R. A.; SIMONETTI, V. C.; ANDRADE, E. L.; SOUSA, J. A. P.; SALES, J. C. A.; LOURENÇO, R. W. Application of fuzzy systems to support the development of a socioenvironmental sustainability index applied to river basins. **International Journal of River Basin Management**, p. 1-13, 2021.

SIMONETTI, V. C.; SILVA, D. C. C.; ROSA, A. H. Correlação espacial compartimentada dos padrões de drenagem com características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Pirajibu-Mirim. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 1, 2022a.

SONNENBERG, R. K. H.; SANTINELLI, E. O.; ANDRADE, E. L.; SIMONETTI, V. C.; SILVA, D. C. C. Análise de parâmetros da água por sensoriamento remoto para fins de aquicultura em reservatórios. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 10, n. 3, p. 168-178, 2020.

Realização