



ISSN: 2230-9926

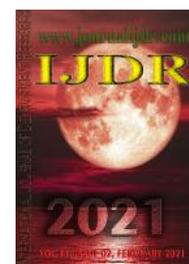
Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 02, pp.44566-44570, February, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.21136.02.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

WATER QUALITY IN THE TIETÊ RIVER WATERSHED, SÃO PAULO STATE, BRAZIL

Alan Rangel Alves, Cleber Fernando Menegasso Mansano, Luiz Sergio Vanzela, Danila Fernanda Rodrigues Frias and Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro*

Post-graduate Program in Environmental Sciences, Brazil University, São Paulo, Brazil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 12th December, 2020

Received in revised form

29th December, 2020

Accepted 04th January, 2021

Published online 24th February, 2021

Key Words:

Coliforms, Pollution,

Sanitation,

Water Resources.

*Corresponding author:

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro

ABSTRACT

The monitoring of surface water quality aims to identify problems and seek solutions to improve the quality of life and environmental health. **Objective:** To evaluate the water quality in the Tietê River Watershed in the metropolitan region of São Paulo. **Methodology:** The water quality parameters data of 48 samples obtained in the São Paulo State Indoor Water Quality Report of the São Paulo State Environmental Company in 2018 were evaluated. Eight monitoring points were analyzed. Nine parameters of water quality (total solids, water temperature, turbidity, biochemical oxygen demand, total phosphorus, total nitrogen, dissolved oxygen, hydrogen potential and thermotolerant coliform) were used to calculate the Water Quality Index (WQI). **Results and Discussion:** Water quality ranged from Excellent (WQI: 80 to 100) to Good (WQI: 52 to 79), during 2018, at collection points located in an environmental preservation area with little influence from the urban area and the absence of effluent discharge, these factors provide better water quality in these stretches of the river. The quality of the water varied from Bad (WQI: 20 to 36) to Poor (WQI: 0 to 19) in the stretches of the river with urbanization and industrialization. **Conclusion:** The water quality in the Tietê River Watershed is poor or very poor in most part of the river that crosses the metropolitan region of São Paulo, indicating the influence of land use and occupation in the watershed that is predominantly urban. The release of treated effluents and in natura sewage changes the quality of the water in the region, which has its use compromised mainly due to the high load of organic matter and the presence of microorganisms that indicate fecal contamination.

Copyright © 2021, Alan Rangel Alves et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Alan Rangel Alves, Cleber Fernando Menegasso Mansano, Luiz Sergio Vanzela, Danila Fernanda Rodrigues Frias and Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro. "Water quality in the tietê river watershed, são paulo state, Brazil", *International Journal of Development Research*, 11, (02), 44566-44570.

INTRODUCTION

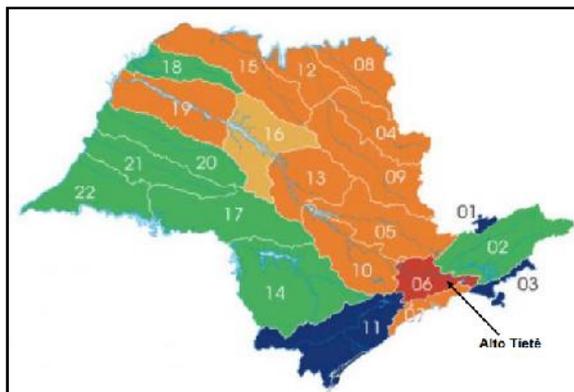
A água é um recurso fundamental para todos os seres vivos existentes no planeta, está presente em diversos processos físicos, químicos e biológicos, sua disponibilidade é importante para o bom funcionamento dos ecossistemas. Esse recurso natural constitui como um elemento essencial para o consumo humano, irrigação, geração de energia elétrica, transporte, aquicultura e atividades de recreação (Soares; Ferreira, 2017). A sociedade humana tem explorado este recurso natural de forma não sustentável, que associado ao crescimento populacional, aumento do número de residências sem planejamento, muitas vezes em áreas de proteção de mananciais e a falta de saneamento básico adequado, tem afetado diretamente a qualidade da água, tornando-a muitas vezes imprópria para o consumo (Alves et al., 2018). A qualidade das águas superficiais pode ser alterada por atividades humanas presentes nas bacias hidrográficas. Essa poluição pode ocorrer de forma pontual por meio de lançamentos e descarga de esgoto em cursos d'água ou de forma difusa nas quais não são identificados lançamentos em pontos

de lançamentos e descarga de esgoto em cursos d'água ou de forma difusa nas quais não são identificados lançamentos em pontos específicos na bacia, como por exemplo, o aporte de sedimentos originários da drenagem urbana (Américo-Pinheiro; Ribeiro, 2019). O monitoramento da qualidade da água é importante para apontar tendências e áreas prioritárias para o controle da poluição hídrica. Sem esta informação, torna-se difícil o planejamento e a efetividade destas ações e instrumentos de gestão como o enquadramento de corpos hídricos em classes de qualidade, segundo os usos preponderantes da água (Agência Nacional de Águas - ANA, 2019). Contudo, faz-se necessário o uso de parâmetros que indiquem a qualidade dos corpos d'água de acordo com a finalidade de uso dos recursos hídricos. Diversas ferramentas foram propostas com base em características físicas, químicas e bacteriológicas da água. Entre elas, destaca-se o Índice de Qualidade da Água (IQA), que é uma importante ferramenta para mensurar o padrão de qualidade das águas superficiais (Gloria et al., 2017). Assim, analisar a qualidade da água é imprescindível para determinar os múltiplos usos dos recursos hídricos e estabelecer o desenvolvimento sustentável nas bacias

hidrográficas, visto que a estreita relação entre os seres vivos e o meio natural modifica constantemente o ambiente e pode causar impactos nos cursos d'água (Américo-Pinheiro; Ribeiro, 2019). O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, na região metropolitana de São Paulo, Brasil.

METHODOLOGY

O Alto Tietê é uma região geográfica localizada no entorno da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê e formada por 34 municípios, distribuídos em 134.260 ha. Essa área coincide com a região metropolitana da cidade de São Paulo. Apesar do processo de urbanização e desenvolvimento, o Alto Tietê possui 20,2% de remanescentes florestais em relação à superfície (Suguituru et al., 2015). A Bacia Hidrográfica do Alto Tietê é constituída pela Bacia do Tietê e acrescida de bacias de pequenos cursos d'água, está localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 06 (UGRHI 06), conforme Figura 1, e faz parte das 22 UGRHIs do Estado de São Paulo (Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, 2009).



Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (2009)

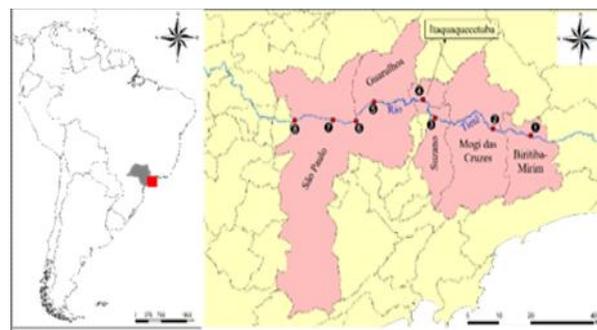
Figura 1. Localização da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 06 no Estado de São Paulo, Brasil Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (2009)

A Bacia Hidrográfica do Rio Tietê foi utilizada como unidade de estudo. A metodologia utilizada no desenvolvimento desta pesquisa foi a análise e discussão dos dados de qualidade de água de 48 amostras obtidos no Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, no ano de 2018 (CETESB, 2019). Oito pontos de monitoramento enquadrados em diferentes classes (Figura 2 e Tabela 1) localizados na região metropolitana de São Paulo na Região do Alto Tietê foram avaliados. As coletas e análises de água foram realizadas bimestralmente pela CETESB.

Tabela 1 – Localização e enquadramento dos pontos de monitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, Estado de São Paulo, Brasil

Pontos	Município	Localização
P1 (classe 2)	Biritiba Mirim	Ponte na SP-088 que liga Mogi das Cruzes a Salesópolis, junto à régua do SAISP
P2 (classe 2)	Mogi das Cruzes	Na captação principal do município de Mogi das Cruzes - SEMAE -
P3 (classe 3)	Suzano	A jusante da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Suzano
P4 (classe 3)	Itaquaquecetuba	Ponte na Estrada de Santa Isabel, na entrada de Itaquaquecetuba
P5 (classe 3)	Guarulhos	Ponte na Rod. Ayrton Senna, a montante do Parque Ecológico, antes da saída 19 - Aeroporto Guarulhos
P6 (classe 4)	São Paulo	Ponte na Avenida Aricanduva
P7 (classe 4)	São Paulo	Ponte das Bandeiras, na Av. Santos Dumont
P8 (classe 4)	São Paulo	Ponte dos Remédios, na Av. Marginal (Rodovia Presidente Castelo Branco)

Fonte: Adaptado de CETESB (2019).



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Figura 2. Localização dos pontos de coleta e análise de água na Região do Alto Tietê, Estado de São Paulo, Brasil

Tabela 2. Parâmetros utilizados no cálculo do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e seus respectivos pesos

Parâmetro de qualidade da água	Peso (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico (pH)	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	0,1
Temperatura da água	0,1
Nitrogênio total	0,1
Fósforo total	0,1
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: ANA (2005).

Foram utilizados nove parâmetros de qualidade da água (sólidos totais, temperatura da água, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio total, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico e coliformes termotolerantes) para calcular o Índice de Qualidade das Águas (IQA). No Brasil, a CETESB utiliza, desde 1975, uma versão do IQA adaptada da versão original do National Sanitation Foundation. O IQA é constituído por nove parâmetros, com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água, apresentados na Tabela 2 (ANA, 2005).

$$IO = \prod_{i=1}^n q_i w_i \quad (\text{Equação 1})$$

onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas (número entre 0 e 100);

q_i = qualidade do i-ésimo parâmetro (número entre 0 e 100), obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

O cálculo do peso é feito segundo a Equação 2 (ANA, 2005),

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad (\text{Equação 2})$$

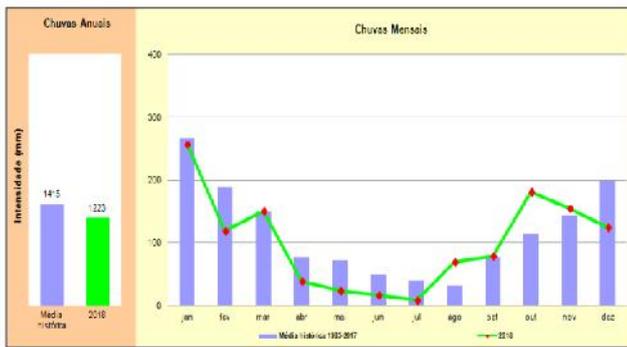
onde:

w_i = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1

n: número de parâmetros que constitui no cálculo do IQA.

RESULTS AND DISCUSSION

As análises dos parâmetros de qualidade da água foram avaliadas considerando os índices pluviométricos mensais e o acumulado do ano de 2018, comparando com a média histórica (1995-2017) acumulada no Estado de São Paulo (Figura 3).



Fonte: CETESB (2019, p. 29).

Figura 3. Intensidades de chuvas no Estado de São Paulo

Na Tabela 3, são apresentados os valores médios obtidos dos resultados de sólidos totais, temperatura e turbidez. Observou-se que a média anual de sólidos totais é menor nos pontos de monitoramento P1 e P2. Nos demais pontos, constatou-se valores médios maiores. No entanto, em todas as médias anuais os pontos se enquadraram no padrão de sólidos totais estabelecido pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), que determina o limite de 500 mg/L para sólidos totais em corpos d'água de classes 1, 2 e 3. Para classe 4, não há limite estabelecido na legislação. Geralmente, o aumento na concentração de sólidos totais está associado à maior taxa de precipitação que propicia o carreamento de partículas de sedimento para os cursos d'água.

Tabela 3. Valores médios anuais de sólidos totais, temperatura e turbidez da água da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, Estado de São Paulo, Brasil, em 2018

Pontos	Sólidos totais (mg/L)	Temperatura da água (°C)	Turbidez (UNT)
P1	103,00	21	6
P2	122,00	20	3
P3	417,67	22	22
P4	382,00	22	31
P5	431,33	21	33
P6	426,33	22	46
P7	390,67	22	36
P8	367,33	23	29

Fonte: Adaptado de CETESB (2019) UNT: Unidades Nefelométricas de Turbidez

O aporte de particulados sólidos nos corpos hídricos pode ocorrer naturalmente, por processos erosivos, organismos e detritos orgânicos; ou pela influência da ação antrópica, por meio do lançamento de resíduos sólidos e esgotos nos mananciais (Américo-Pinheiro; Ribeiro, 2019). O ponto P3 está localizado à jusante de uma ETE, esse fator pode influenciar nos valores elevados de sólidos totais registrados nesse local. A intensa urbanização no entorno dos pontos P4, P5, P6, P7 e P8 também favorece o aumento na concentração de sólidos por meio do carreamento de partículas para os cursos d'água.

A temperatura da água nos pontos analisados manteve-se estável entre 20 e 23°C (Tabela 3). A Resolução do CONAMA 357/2005 não determina um limite de temperatura para águas superficiais. De acordo com Sugirtharan et al. (2017), a temperatura é um fator limitante nos ambientes aquáticos e afeta o metabolismo, crescimento, alimentação, reprodução e distribuição de vários organismos associados a esses ecossistemas.

A influência da urbanização na qualidade da água da bacia hidrográfica estudada também ficou evidente em relação à turbidez da água. Nos pontos localizados nas áreas com intensa urbanização (P4, P5, P6, P7 e P8) e à jusante da ETE (P3) foram registrados maiores valores de turbidez em relação aos pontos P1 e P2 (Tabela 3). Entretanto, todas as amostras de água avaliadas se enquadraram no padrão de turbidez preconizado pela Resolução CONAMA 357/2005. O limite aceitável de turbidez é de 40 UNT para cursos d'água de classe 1 e 100 UNT para classe 2 e 3. Para classe 4, não há limite determinado (BRASIL, 2005).

A turbidez é causada pela presença de materiais sólidos em suspensão; esse aumento do indicador pode estar associado ao esgoto doméstico ou industrial lançado na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê. Outro fator que se pode associar ao aumento da turbidez é a ocorrência da chuva que, nos meses de maio e julho, apresentaram períodos de estiagem em comparação com a média histórica (Figura 2). As concentrações médias da demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total (DBO) e fósforo total da área de estudo são apresentadas na Tabela 4. A DBO da água em P1 e P2 se enquadra no padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos d'água de classe 2, com limite de 5,0 mg/L. Nos pontos de monitoramento P3, P4 e P5 foram registrados valores de DBO superiores ao limite de 10,0 mg/L que é instituído para cursos d'água de classe 3 (BRASIL, 2005). Esse resultado é preocupante, visto que a variável DBO indica a degradação provocada pela alta concentração de matéria orgânica, podendo causar modificações na vida aquática e, conseqüentemente, ocasionando problemas ambientais e de saúde. Os pontos P6, P7 e P8 são enquadrados na classe 4 e segundo a Resolução CONAMA 357/2005 não há um limite máximo de DBO para essa classe (BRASIL, 2005).

Tabela 4. Valores médios anuais da demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total e nitrogênio total da água da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, Estado de São Paulo, Brasil, em 2018

Pontos	Demanda bioquímica de oxigênio (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	Nitrogênio total (mg/L)
P1	3,67	0,03	1
P2	3,33	0,07	1
P3	15,17	0,88	12
P4	15,83	1,04	13
P5	42,33	2,17	20
P6	41,17	2,20	23
P7	40,83	2,31	22
P8	43,17	1,89	21

Fonte: Adaptado de CETESB (2019)

Tabela 5. Valores médios anuais de oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico e coliformes termotolerantes da água da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, Estado de São Paulo, Brasil, em 2018

Pontos	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Potencial hidrogeniônico - pH	Coliformes termotolerantes (UFC/100ml)
P1	4,64	6,50	235
P2	3,83	6,48	67
P3	0,52	7,11	366.333
P4	0,63	7,11	193.500
P5	0,80	7,24	1.516.667
P6	0,85	7,27	1.933.333
P7	0,56	7,23	1.486.753
P8	0,69	7,24	2.500.000

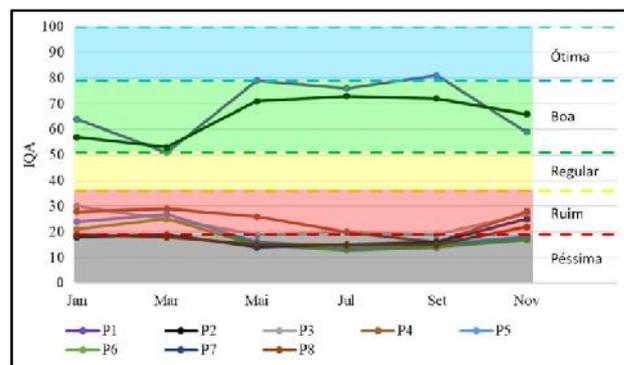
Fonte: Adaptado de CETESB (2019) UFC: Unidades Formadoras de Colônias.

Na análise da concentração de fósforo total fica evidente o aumento da sua concentração a partir do P3 (Jusante da ETE), destacando-se o P7 por apresentar um valor médio anual acima do parâmetro estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). Observa-se que, no Rio Tietê, a média anual de fósforo no P1 atende ao limite estabelecido na Resolução supracitada para água superficial de classe 2 de 0,050 mg/L (Tabela 4). O P1 está localizado em uma área de preservação ambiental com vegetação no seu entorno reduzindo os impactos associados ao carreamento de partículas do solo e possivelmente não recebe cargas poluidoras que favorecem a entrada de fósforo nesse ambiente. Ressalta-se que o P2 também é classificado como 2 e não atendeu o limite estabelecido na legislação. Em P3, P4 e P5 (classe 3), a máxima concentração de fósforo permitida é de 0,075 mg/L. Nesses pontos do Rio Tietê as concentrações médias ultrapassaram o limite indicado na Resolução CONAMA 357/2005. Em P3 esta desconformidade pode ser atribuída ao lançamento do efluente da ETE da cidade Suzano. No caso dos demais pontos que são classe 4 não há um padrão de fósforo estabelecido na legislação (BRASIL, 2005).

Os P5, P6, P7 e P8 apresentaram os maiores valores de fósforo que podem estar relacionados ao fato de que essas áreas estão localizadas em região com grande densidade urbana e pela presença de polos industriais que despejam seus efluentes sem o tratamento adequado. Os pontos localizados em área com menor adensamento humano e com vegetação preservada no entorno (P1 e P2) apresentaram a concentração média de nitrogênio total abaixo do limite de 3,7 mg/l estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 para classe 2. P3 e P4 apesar de estarem em região urbanizada e à jusante de uma ETE registraram valores de nitrogênio dentro do limite indicado na legislação para classe 3 (13,3 mg/L). Para cursos d'água de classe 4, como P6, P7 e P8 não há um valor máximo permitido determinado na legislação (BRASIL, 2005).

Os maiores valores de nitrogênio total estão concentrados nos pontos de monitoramento P5, P6, P7 e P8 que podem estar associados ao período de estiagem nos meses de maio e julho e ao descarte de resíduo doméstico e industrial nos pontos de monitoramento localizados nas áreas urbanizadas. As fontes desse nutriente nos ambientes aquáticos podem ser variadas e inclui decomposição de matéria orgânica, lançamento de efluentes (doméstico ou industrial), detergentes, excretas de animais e fertilizantes agrícolas (Américo-Pinheiro; Ribeiro, 2019). Todas as concentrações médias de oxigênio dissolvido na água dos pontos de monitoramento do Rio Tietê estão abaixo do limite mínimo para as classes de uso em que esses pontos estão enquadrados (Tabela 5). Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, para classe 2 (P1 e P2) a concentração de oxigênio dissolvido na água não deve ser inferior a 5 mg/L, para cursos d'água classe 3 (P3, P4 e P5) não deve ser inferior a 4 mg/L e para classe 4 (P6, P7 e P8) não inferior a 2 mg/L (BRASIL, 2005). Observa-se que durante o percurso do Rio Tietê, a partir do P3, a concentração de oxigênio diminui. Fato que está relacionado à intensificação da urbanização e lançamentos de efluentes a longo do rio. Geralmente, isso ocorre em águas poluídas por esgoto, quando o oxigênio dissolvido é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica.

Todas as amostras obtidas em cada ponto de monitoramento apresentaram valores de pH dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, que define o intervalo entre 6,0 a 9,0 para cursos d'água independente da classe de enquadramento (BRASIL, 2005). Isso indica que as águas desta bacia hidrográfica estão neutras e dentro da faixa de proteção da vida aquática. A concentração média de coliformes termotolerantes nos pontos do Rio Tietê enquadrados como classe 2 (P1 e P2) estão em conformidade com o limite máximo estabelecido (1000 UFC/100mL) pela Resolução CONAMA 357/2005. Nos pontos de monitoramento de classe 3 (P3, P4 e P5) registrou-se concentrações de coliformes termotolerantes em acima do padrão indicado para essa classe de 2500 UFC/100mL. Para corpos hídricos de classe 4 (P6, P7 e P8) não há limite estabelecido (BRASIL, 2005). As bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes, que inclui a *Escherichia coli*, são indicadoras de contaminação fecal em ambientes aquáticos. Assim, o lançamento de efluentes de ETE em cursos d'água favorece o aporte de microrganismos de origem fecal (animal e humana) nas bacias hidrográficas (Frias et al., 2020). A presença desses microrganismos indicadores de contaminação fecal acima do limite permitido em cursos d'água é preocupante, pois torna a água imprópria para o uso destinado conforme sua classe de enquadramento. De acordo com Libânio et al. (2005), a maioria das doenças de veiculação hídrica ocorrem devido a ingestão de microrganismos patogênicos, principalmente de origem entérica animal ou humana. Em relação ao IQA, constatou-se que nos pontos P1 e P2 do Rio Tietê a qualidade da água variou de Ótima (IQA: 80 a 100) à Boa (IQA: 52 a 79), durante o ano de 2018 (Figura 4). Apenas no mês de março, a qualidade da água do P1 foi classificada como Regular (IQA: 37 a 51) com um valor de IQA de 51. Esses dois pontos analisados no Rio Tietê estão inseridos em áreas de proteção ambiental com pouca influência da área urbana e ausência do despejo de efluentes, esses fatores proporcionam uma melhor qualidade da água nesses trechos do rio como pode ser observado nos valores de IQA calculados.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Figura 4. Evolução dos valores de IQA nos oito pontos de monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê – SP, Brasil, 2018

A qualidade da água nos pontos P3, P4, P5, P6, P7 e P8 variou de Ruim (IQA: 20 a 36) à Péssima (IQA: 0 a 19) indicando a influência da urbanização e industrialização da área. Os menores valores de IQA (13 a 15) ocorreram em P5, P6, P7 e P8 nos meses de menores precipitações (maio, julho e setembro). Nota-se que, do total do cálculo de 48 valores de IQA (7 valores por ponto analisado) no ano de 2018, apenas 25% dos Índices na Bacia Hidrográfica foi classificado como Ótimo, Bom ou Regular e 41,6% classificado como Péssimo (Tabela 6). De acordo com o IQA médio do ano de 2018, a qualidade da água foi Boa para P1 e P2, Ruim para P3 e P4 e Péssima para os demais pontos.

Tabela 6. Valores mensais e médio do Índice de Qualidade da Água nos oito pontos de monitoramento na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê - SP, Brasil, 2018

Pontos	Jan	Mar	Mai	Jul	Set	Nov	Média
P1	64	51	79	76	81	59	68
P2	57	53	71	73	72	66	65
P3	30	25	19	20	19	27	23
P4	28	29	26	20	16	28	25
P5	24	27	16	14	15	18	19
P6	21	25	15	13	14	17	18
P7	18	19	14	15	16	25	18
P8	19	18	15	15	15	22	17

Legenda:
 Ótima
 Boa
 Regular
 Ruim
 Péssima

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

As principais vantagens dos índices são a facilidade de comunicação com o público leigo e o fato de representar a média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade (CETESB, 2019). As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante, também, salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas (CETESB, 2019). A qualidade da água dos cursos hídricos pode ser influenciada por diversos fatores como: despejo de efluentes domésticos, efluentes industriais e carga difusa urbana e agrossilvipastoral, mineração, especialmente a exploração e comercialização de areia para fins de construção civil. Cada qual representa um tipo de poluente característico que é carregado pelas águas (Leite et al, 2013).

Comparando os resultados apresentados em cada ponto de monitoramento com a classificação dos valores dos índices de qualidade das águas (Tabela 6), observa-se uma maior deterioração do estado da qualidade da água na bacia hidrográfica à medida que o curso do Rio Tietê avança do município de Biritiba-Mirim para Zona Oeste de São Paulo. Os períodos de estiagem nas bacias hidrográficas podem aumentar consideravelmente o nível de poluição dos rios, pois a vazão do curso d'água tende a diminuir e isto pode comprometer a qualidade em alguns pontos de monitoramento (Leite et al, 2013). Observa-se que, no período de monitoramento, ocorreu estiagem nos meses de maio e julho, o que deve ser considerado pela apresentação dos índices insatisfatórios da qualidade da água. Manter os índices dos parâmetros de qualidade da água nos níveis ótimo e bom é fundamental para a preservação da saúde humana e ambiental. No entanto, a intensificação da urbanização e industrialização, somada à prática da agricultura próxima ao leito e o despejo de efluentes acarretam a degradação da qualidade da água do Rio Tietê – SP.

CONCLUSION

A qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Tietê é ruim ou péssima na maior parte do trecho do rio que corta a região metropolitana de São Paulo indicando influência do uso e ocupação do solo da bacia que é predominantemente urbano. O lançamento de efluentes tratados e esgoto “in natura” alteram a qualidade da água da região que tem seu uso comprometido principalmente devido a elevada carga de matéria orgânica e presença de microrganismos indicadores de contaminação fecal. A deterioração da qualidade das águas apresenta grande impacto para a população, desde a indisponibilidade de água para os diversos usos, como também, para a correta manutenção da vida aquática. Por isso, ações de controle, fiscalização e educação ambiental são essenciais para reduzir o despejo de cargas orgânicas e resíduos sólidos nessa bacia hidrográfica.

Acknowledgments

A Universidade Brasil pela concessão da bolsa de mestrado a Alan Rangel Alves.

REFERENCES

Alves SGS et al. 2018. Análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. Revista Científica Sena Aires. 71:12-17.

Américo-Pinheiro JHP, Ribeiro, LG 2019. Monitoramento de recursos hídricos e parâmetros de qualidade de água em bacias hidrográficas. In: Américo-Pinheiro JHP, Benini SM orgs. Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações. 1. ed. Tupã: ANAP. pp89-109.

Agência Nacional de Águas – ANA 2005. Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. Brasília, DF: ANA, SPR.

Agência Nacional de Águas - ANA 2019. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual. Brasília, DF: ANA.

Brasil. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução 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 República Federativa do Brasil, Brasília, n. 053, p. 58-63, 19 mai. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2021.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB 2019. Relatório qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo: águas doces 2018. São Paulo: Cetesb/Série Relatórios/CETESB.

Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê 2009. Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo. São Paulo: FUSP.

Frias DFR 2020 Variação espaço-temporal da concentração de *Escherichia coli* em águas superficiais e a saúde pública Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, 8: 77- 86. <http://dx.doi.org/10.17271/2318847286020202422>

Gloria LP, Horn BC, Hilgemann M. Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do Índice de Qualidade da Água – IQA. Caderno Pedagógico, Lajeado, 14 1:103-119.

Leite DANO, Ramos MAG, Godói DR, Mariano AP, Pião ACS, Angelis DF 2013. Avaliação dos parâmetros do Índice de Qualidade de Água segundo o modelo estatístico ARIMA. Revista HolosEnvironment, 131:39-39.

Libânio PAC 2005. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. Engenharia. Sanitária e Ambiental. [online], 10 3: 219-228. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000300006>.

Soares EM, Ferreira RL 2017. Avaliação da qualidade da água e a importância do saneamento básico no Brasil. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, Curitiba, 136:50-76.

Sugirtharan, M. et al 2017. Spatial and temporal dynamics of water quality in Batticaloa lagoon in Sri Lanka. Tropical Agricultural Research, 28 3: 281-397. <http://doi.org/10.4038/tar.v28i3.8232>

Suguituru SS, Morini MSC, Feitosa RM, Silva RR 2015. Formigas do Alto Tietê. Bauru, SP: Canal 6. pp456-456.
