

Eixo B - Mudanças climáticas, proteção dos mananciais e tecnologias de tratamento de água

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA TIPOLOGIA DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA O RIO JUNDIAÍ BASEADO EM DADOS HISTÓRICOS DE QUALIDADE

Larissa Silva Araújo

Engenheira Ambiental e Sanitarista. Mestre em Engenharia Civil. Doutoranda em Engenharia Civil, na área de concentração Saneamento e Ambiente, da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FECFAU/Unicamp). l226921@dac.unicamp.br

Alana Natalí Mânica

Engenheira Ambiental e Sanitarista. Mestre em Engenharia Civil. Doutoranda em Engenharia Civil, na área de concentração Saneamento e Ambiente, da FECFAU/Unicamp. manica@fecfau.unicamp.br

Camila Gomes Marchesini Fonseca

Engenheira Ambiental. Mestre em Engenharia Civil. Doutoranda em Engenharia Civil, na área de concentração Saneamento e Ambiente, da FECFAU/Unicamp. fonseca@fec.unicamp.br

Ricardo de Lima Isaac

Engenheiro Civil. Mestre em Engenharia Civil, Hidráulica e Sanitária. Doutor em Engenharia Civil, Hidráulica e Saneamento. Pós-Doutor em Engenharia Civil e Ambiental. isaac@unicamp.br

ABSTRACT

The raw water quality is the determining factor for a drinking water treatment plant technology selection. In this context, the purpose of this work was to present the most indicated water treatment type for surface water from the Jundiaí River, collected in Salto City (São Paulo State, Brazil), based on secondary historical data of water quality and technical-scientific literature. The range of historical monitoring data suggests that the assessed water resource is located in an environmentally unprotected and polluted watershed, suggesting that conventional treatment is the most appropriate for drinking water purposes, with potential optimizations even by operational improvements or the application of pre-treatment and/or advanced treatment steps. Nonetheless, treatability studies should be carried out to assist the water treatment technology selection, considering both technical, economic, and non-economic aspects.

KEY-WORDS: *Water treatment. Water resource pollution. Water quality.*

1. INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Bacias PCJ) passaram por um crescente processo de urbanização iniciado com o ciclo da cana-de-açúcar (século XVIII) e que se estende até os dias atuais, devido principalmente ao processo de descentralização industrial da Região Metropolitana de São Paulo (Comitês PCJ, 2020). Atualmente, a região é uma das mais urbanizadas e desenvolvidas do Estado de São Paulo, todavia os esgotos

domésticos não tratados ainda representam uma contribuição significativa para a degradação dos corpos hídricos locais (CETESB, 2021).

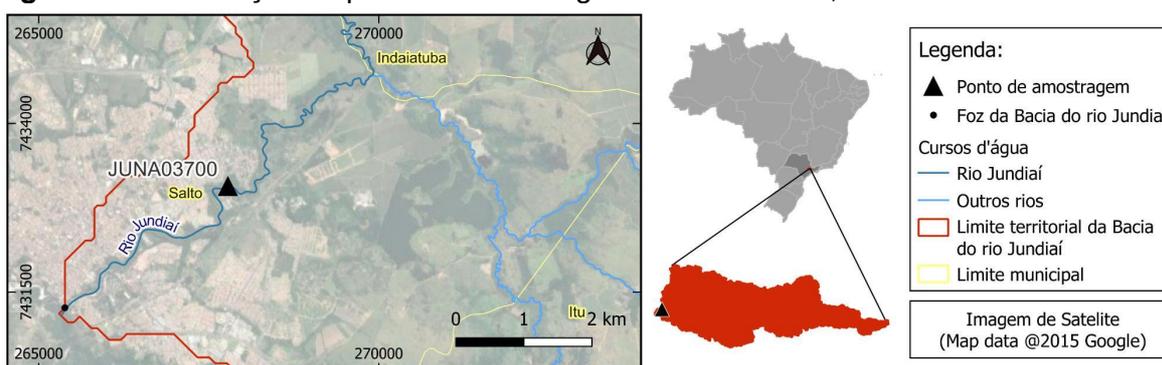
O Rio Jundiaí constitui um dos principais corpos hídricos das Bacias PCJ, apresentando, ao longo dos seus 123 km de extensão (Agência PCJ, 2021), diferentes usos e ocupações do solo, tais como áreas urbanas e zonas agrícolas e/ou industriais (Comitês PCJ, 2020) que comprometem a qualidade de sua água para fins de abastecimento público. Entretanto, a tomada de uma série de medidas objetivando a melhoria da qualidade da água do Rio Jundiaí culminou, no ano de 2017, em sua reclassificação de Classe 4 para Classe 3, viabilizando o seu uso para fins de abastecimento público após a aplicação de tratamento convencional ou avançado, segundo as diretrizes da Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005).

Para Libânio (2010), o principal aspecto norteador à definição do tipo de tratamento a ser empregado em uma estação de tratamento de água (ETA) refere-se às características quali-quantitativas da água bruta, as quais dependem tanto das particularidades naturais da bacia hidrográfica quanto do uso e ocupação do solo. Assim, a literatura técnico-científica conta com mecanismos que orientam a definição da tecnologia de tratamento em função das características físicas, químicas e biológicas da água bruta (ABNT, 1992; KAWAMURA, 2000 *apud* LIBÂNIO, 2010). Neste cenário, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o tipo de tratamento de água indicado para a água do Rio Jundiaí, captada à altura de Salto/SP, de acordo com dados históricos secundários de qualidade da água e baseado na literatura técnico-científica, para fins de abastecimento público.

2. METODOLOGIA

A metodologia foi delineada de forma a levantar os dados históricos dos parâmetros de qualidade da água para um dos pontos de monitoramento da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) no Rio Jundiaí, codificado como JUNA03700 (23° 11'42" S; 47° 16'7" W). O ponto está geograficamente inserido à montante da foz da Bacia do Rio Jundiaí, próximo da área urbanizada da cidade de Salto/SP (Figura 1).

Figura 1 – Localização do ponto de amostragem no Rio Jundiaí, em Salto.



Fonte: os autores.

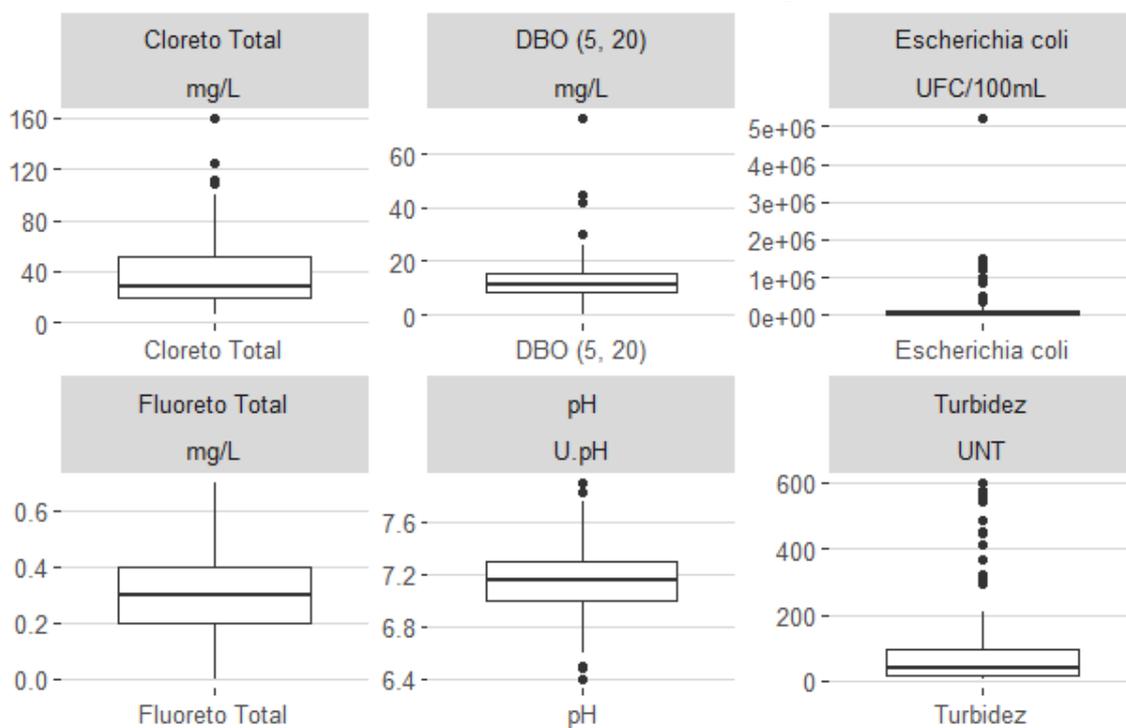
Os dados históricos de qualidade da água foram obtidos a partir do banco de dados da Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo – sistema Infoáguas CETESB (disponível em: <https://sistemainfoaguas.cetesb.sp.gov.br/>), para o período de fevereiro de 2002 (início do monitoramento) até dezembro de 2021. Os parâmetros de qualidade da água analisados foram os apontados pela ABNT NBR 12.216/1992: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público, que

define o tipo de água (A, B, C ou D) e característica do processo de tratamento exigido; e por Kawamura (2000 *apud* Libânio 2010, pg. 149), que relaciona a tecnologia de tratamento em função das características da água bruta. A literatura considera os parâmetros DBO_{5,20} (demanda bioquímica de oxigênio), Coliformes, pH, Cloretos, Fluoretos, Turbidez, *E. coli*, Algas e Cor aparente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os parâmetros de qualidade da água indicados na literatura técnico-científica considerada para a seleção do tipo de tratamento em função da qualidade da água do manancial, há indisponibilidade de dados referentes a algas e cor aparente para o ponto de monitoramento da CETESB selecionado (JUNA03700). Os resultados referentes aos parâmetros avaliados estão apresentados nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Variação histórica dos parâmetros de qualidade da água do Rio Jundiá, em Salto.



Fonte: os autores.

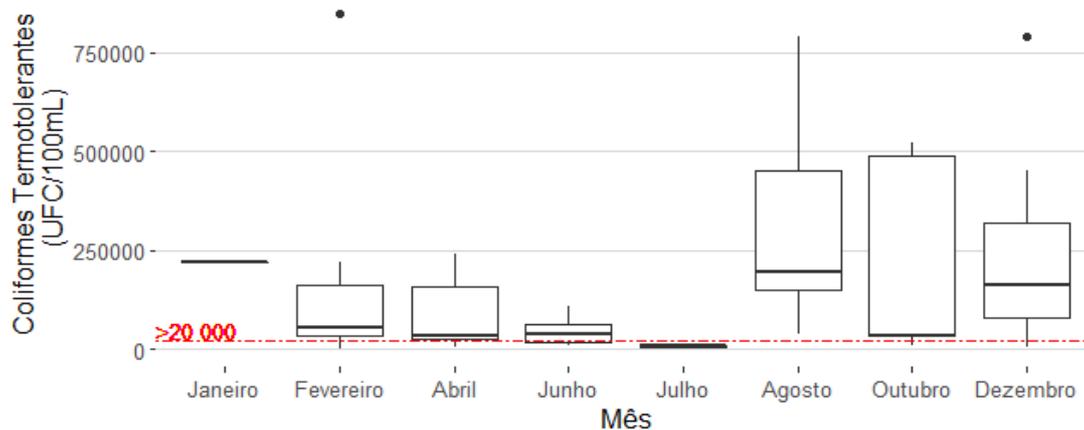
O pH, que reflete as condições de alcalinidade, neutralidade e acidez da água, impacta diversos processos e operações unitárias do tratamento de água, notadamente a coagulação, floculação, desinfecção, controle da corrosividade e remoção de dureza (VON SPERLING, 2005). Os valores de pH no ponto analisado estão dentro do valor esperado para qualquer uma das tipologias definidas na ABNT NBR 12.216/1992.

Se considerado apenas o parâmetro fluoreto, a água no ponto monitorado se enquadra em uma água do tipo A pela ABNT NBR 12.216/1992 (indicativo de água de melhor qualidade), apresentando valores médio e máximo de 0,3 e 0,7 mg/L, respectivamente. A ocorrência de flúor natural é mais comum em águas subterrâneas em decorrência da decomposição de rochas, apresentando-se em águas superficiais quando da ocorrência de despejos de

efluentes industriais no ambiente hídrico, que ocasionam o aumento da concentração do elemento (LIBÂNIO, 2010).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) e a Portaria GM/MS 888/21 (BRASIL, 2021) estabelecem o limite de 250 mg/L de cloretos em águas doces de Classe 3 e água potável. Os valores históricos de monitoramento para cloreto na água bruta não ultrapassaram 160,0 mg/L, sugerindo, ao considerar apenas esse parâmetro, se tratar de uma água tipo B, que conforme a ABNT NBR 12.216/1992, corresponde à águas provenientes de bacias não-protegidas, com características que as enquadrem nos padrões de potabilidade, mediante processo de tratamento que não exija coagulação.

Figura 3 – Variação mensal do parâmetro Coliformes Termotolerantes na água do Rio Jundiá, em Salto.



Fonte: os autores.

Entretanto, para os parâmetros DBO (valor médio obtido igual a 13,4 mg/L e máximo de 73,0 mg/L) e coliformes termotolerantes (Figura 3), a referida norma indica tratar-se de uma água do tipo D – águas provenientes de bacias não-protegidas, sujeitas a fontes de poluição, com características que exijam processos especiais de tratamento para que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade. Além de prejuízos ao ecossistema do corpo d'água, o elevado valor da DBO na água captada para a ETA pode produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, obstruir os filtros de areia (CETESB, 2021). Outro indicativo de poluição, por despejos de efluentes, é a presença dos coliformes do tipo *E.coli*, que no ponto avaliado apresentaram valores médio e máximo iguais a 2×10^5 e 5×10^6 UFC/100mL, respectivamente, sugerindo a necessidade de, no mínimo, a adoção de tratamento convencional (KAWAMURA, 2000 *apud* LIBÂNIO, 2010), caracterizado pelo emprego de múltiplas etapas.

Para o parâmetro turbidez, os valores históricos medidos realçam a necessidade de tratamentos mais completos, tal como o tratamento convencional (KAWAMURA, 2000 *apud* LIBÂNIO, 2010). Ao longo do período de monitoramento, os valores médio e máximo de turbidez foram de 96 e 599 UNT, respectivamente. A turbidez corresponde a um dos principais parâmetros analisados tanto para a seleção da tecnologia de tratamento de água, como para o projeto e operação da ETA, em razão, principalmente, da simplicidade da análise e por ser indicadora de outros parâmetros (LIBÂNIO, 2010). Variações de turbidez na água bruta exigem manobras operacionais, que podem ser alterações de dosagens de coagulantes (CETESB, 2021) ou redirecionamento do fluxo para diferentes *layouts* e etapas complementares. Embora não apresente, diretamente, inconvenientes à saúde humana,

águas com elevada turbidez são esteticamente desagradáveis, sendo que os sólidos em suspensão podem ainda servir de "escudo" para organismos patogênicos (VON SPERLING, 2005).

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A qualidade das águas naturais, avaliada segundo parâmetros físico-químicos, mostra-se como um dos principais aspectos a ser considerado para a determinação da técnica de tratamento de água a ser adotada em uma ETA, determinando suas especificações de projeto e suas condições operacionais. Percebe-se, com base nos resultados apresentados, que *a priori*, em função da qualidade da água, a tecnologia de tratamento de água mais indicada para a água do rio Jundiaí, em Salto/SP, é aquela denominada de tratamento convencional ou de ciclo completo, com possível adoção de processos especiais de tratamento, seja através do emprego de unidades de pré-tratamento, otimizações das operações unitárias do tratamento convencional ou uso de tratamentos considerados avançados, com o intuito de atender o padrão de potabilidade e garantir a segurança hídrica à população abastecida. Entretanto, estudos de tratabilidade devem ser conduzidos a fim de amparar a escolha da tecnologia de tratamento de água, considerando fatores técnicos, econômicos e não econômicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.216/1992: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público.*

Agência das Bacias PCJ. *Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí: Relatório Final PROFILL Engenharia e Ambiente S. A., 2021.*

CETESB. *Apêndice C: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem, 2020.* São Paulo: CETESB, 2021.

Comitês PCJ. *Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035: Relatório Final.* Piracicaba (SP): Consórcio Profill-Rhama, 2020. p.757. ISBN: 978-65-88688-01-4.

BRASIL, Ministério da Saúde. *Anexo XX da Portaria de Consolidação nº5 de 28 de setembro de 2017, alterada pela Portaria GM/MS nº888 de 4 de maio de 2021.* Brasília: Diário Oficial da União.

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.* Brasília, Brasil, 2005.

LIBÂNIO, Marcelo. *Fundamentos da qualidade e tratamento de água.* 3. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

VON SPERLING, MARCOS. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.* Vol. 1, 3 ed., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.