

ANÁLISE TEMPORAL DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) NA BACIA DO RIO JUNDIAÍ E O IMPACTO DA PANDEMIA DE COVID-19 NO MONITORAMENTO DE SISTEMAS HÍDRICOS

Caio Rocha

Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU) – UNICAMP. c232616@dac.unicamp.br.

Renata Suzi Gomes

Tecnóloga em Gestão Ambiental, mestranda em Engenharia Civil com ênfase em Saneamento e Ambiente, pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU) – UNICAMP. r228717@dac.unicamp.br.

Alana Natalí Mânica

Engenheira Ambiental, mestre e doutoranda em Engenharia Civil com ênfase em Saneamento e Ambiente, pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU) – UNICAMP. manica@fecfau.unicamp.br

Ricardo de Lima Isaac

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Civil, Hidráulica e Sanitária, Doutor em Engenharia Civil, Hidráulica e Saneamento e Pós-Doutor em Engenharia Civil e Ambiental. Docente do Departamento de Infraestrutura e Ambiente (InfrA) da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FECFAU) – UNICAMP. isaac@unicamp.br

ABSTRACT

The water quality index (WQI) is a tool based on some physical, chemical and biological parameters, to directly qualify water in a single indexed value. The Jundiai River Basin, located in São Paulo State/Brazil, is an urbanized watershed and suffers from historical problems related to the quality of its water resources. This study aimed to analyze the WQI from 11 monitoring points along the Jundiai River Basin in two different periods (2010/2011) and (2020/2021). Secondary temporal data of water quality parameters were collected and the computed indexes were spatially interpolated. As results, improvements in water quality were observed in 4 sampling points, all of them located in the Jundiai River. Two, and two other sampling points, tributaries of the Jundiai River, has reduced in WQI category. The SARS-CoV-2 pandemic had a negative impact on field data collect for WQI measurement in Jundiai River Basin. This may affect the accuracy of WQI values for the period 2020/2021.

KEY-WORDS: Water quality index. Watershed management. Water monitoring.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a urbanização desenfreada e desordenada estão diretamente ligados à deterioração da qualidade dos recursos hídricos (CUNHA; SABOGAL-PAZ; DODDS, 2016), em razão do aumento das cargas pontuais (e.g., lançamentos de efluentes domésticos e industriais) e difusas de poluição. Portanto, existe uma tendência de que a qualidade de corpos d'água localizados em áreas florestadas apresente melhores níveis, em detrimento a regiões ocupadas por áreas industriais e urbanizadas (CUNHA; SABOGAL-PAZ; DODDS, 2016).

A qualidade da água pode variar de acordo com características físicas, químicas e biológicas, podendo ser representada em um único valor indexado com objetivo de qualificá-la de forma mais direta (LIBÂNIO, 2010), sendo um exemplo o IQA (Índice de Qualidade das Águas). O IQA foi criado no ano de 1970 pela *National Sanitation Foundation* e adotado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) no ano de 1975 (CETESB, 2017). A base do cálculo do IQA divide-se em algumas etapas essenciais que consistem na escolha e quantificação de parâmetros, atribuindo-lhes pesos diferentes, posteriormente agregando-os em único valor final (UDDIN; NASH; OLBERT, 2021). No estado de São Paulo, são considerados os parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais (CETESB, 2017). A partir desta estrutura básica, a classificação do IQA pode variar para cada região brasileira (CETESB, 2017).

O desenvolvimento econômico e urbano na Bacia dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiaí (PCJ), localizada no estado brasileiro de São Paulo, causou um grande impacto na qualidade da água dos corpos d'água. Porém, a partir da década de 1990 a gestão de recursos hídricos e o saneamento de toda Bacia dos rios PCJ começaram a evoluir, com o aumento de estações de tratamento de esgoto e de redes coletoras. O índice de tratamento passou de 3% em 1993 (COMITÊS PCJ, 2020) para, aproximadamente, 48% em 2010 (AGÊNCIA PCJ, 2012). No ano de 2020, os dados da CETESB indicam uma média de 88% de atendimento quanto ao tratamento de esgotos na Bacia dos rios PCJ (CETESB, 2021). Nesse contexto regional, a Bacia do rio Jundiaí, com área de 1.154 km² (COMITÊS PCJ, 2020), contém as Áreas de Preservação Ambiental de Jundiaí e Cabreúva em seu território como meios de conservação ambiental. Contudo, a qualidade da água do leito principal de drenagem, o Rio Jundiaí, apresenta altos índices de contaminação, uma vez que percorre regiões intensamente urbanizadas e industrializadas (NEVES, 2005). Visando acompanhar a evolução da qualidade da água dos sistemas hídricos da Bacia do rio Jundiaí, este estudo tem como objetivo analisar o IQA de 11 pontos de monitoramento ao longo da referida bacia, entre os anos de 2010/2011 e 2020/2021.

2. METODOLOGIA

O IQA foi calculado de acordo com CETESB (2017) a partir da coleta preliminar dos dados históricos dos parâmetros de qualidade da água retirados 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/>). Após a coleta dos dados individualizados dos parâmetros, foram calculados os IQA para cada observação dos anos de análise.

A análise considerou os parâmetros de qualidade da água entre os últimos 10 anos de dados disponibilizados na plataforma. Contudo, na fase de coleta de dados observou-se escassez de valores para o período mais recente. Portanto, para maior representatividade amostral, foram coletados dados de dois anos consecutivos que foram relacionados para cada período, isto é, 2010 e 2011 (primeiro período) e, 2020 e 2021 (segundo período).

O mapeamento dos pontos foi realizado no *software* livre com código-fonte aberto QGIS 3.22 (versão atual mais estável), no qual foram utilizadas imagens de satélite, para cada um dos períodos, fornecidas pelo *United States Geological Survey* (USGS) (<https://earthexplorer.usgs.gov>) como fundo, recortadas pelo *shapefile* contendo os limites da Bacia do rio Jundiaí. Cada ponto foi classificado em uma escala de cor indicada na Figura 1, segundo o IQA médio obtido das observações para cada período.

Figura 1 – Classificação do IQA

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	79 < IQA ≤ 100
BOA	51 < IQA ≤ 79
REGULAR	36 < IQA ≤ 51
RUIM	19 < IQA ≤ 36
PÉSSIMA	IQA ≤ 19

Fonte: CETESB, 2017.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do levantamento de dados executado, observa-se na Tabela 1 uma disparidade entre a quantidade de amostragens entre os anos de 2010/2011 e 2020/2021. Essa disparidade de coletas, ocasionada devido aos efeitos da pandemia de COVID-19, pode prejudicar a acurácia dos resultados obtidos para o IQA médio de cada ponto, principalmente para o período 2020/2021, com menor representatividade temporal da qualidade da água do ponto ao longo do ano de monitoramento. Enquanto que, para o período 2010/2011 somam-se 12 amostragens em todos os pontos; para o período 2020/2021, com o início da pandemia de coronavírus SARS-CoV-2 no Brasil, os pontos com o maior número de amostragens suficientes para a geração IQA somam 4 coletas. Observa-se ainda que, enquanto as coletas do período 2010/2011 foram bem distribuídas sazonalmente, as coletas do período 2020/2021 foram realizadas predominantemente nos meses mais chuvosos (entre outubro e março).

Tabela 1 – Quantidade de dados para cada período analisado.

Ponto	Meses de coleta / Número de coletas			
	2010/2011		2020/2021	
JUNA03700	fev/abr/jun/ago/out/dez	12	jan/out/nov	3
IRIS02900	fev/mar/jun/ago/out/dez	12	jan	1
JUNA03270	fev/abr/jun/ago/out/dez	12	jan/out/nov	3
JUNA03200	fev/abr/jun/ago/out/dez	12	jan/jun/out/nov	4
JUNA03190	fev/abr/jun/ago/out/dez	12	jan/out/nov	3
CXBU02900	fev/abr/jun/ago/out/dez	12	jan	1
JUMI00800	fev/abr/jun/ago/out/dez	12	jan	1
JUNA03150	fev/abr/jun/ago/out/dez	12	jan/jun/set/nov	4
JUNA02010	fev/abr/jun/ago/out/dez	12	jan/set/nov	3
JUZI02400	jan/mar/mai/set/nov	12	fev	1
IRIS02100	fev/abr/jun/ago/out/dez	12	jan	1

Fonte: Os autores, 2022.

Os valores médios de IQA para cada ponto de monitoramento estão expressos na Tabela 2, assim como seus valores máximos (IQA MAX) e mínimos (IQA MIN), sendo os valores médios (IQA) utilizados como base para o mapeamento exposto na Figura 2.

Tabela 2 – Valores do IQA para cada período de observação.

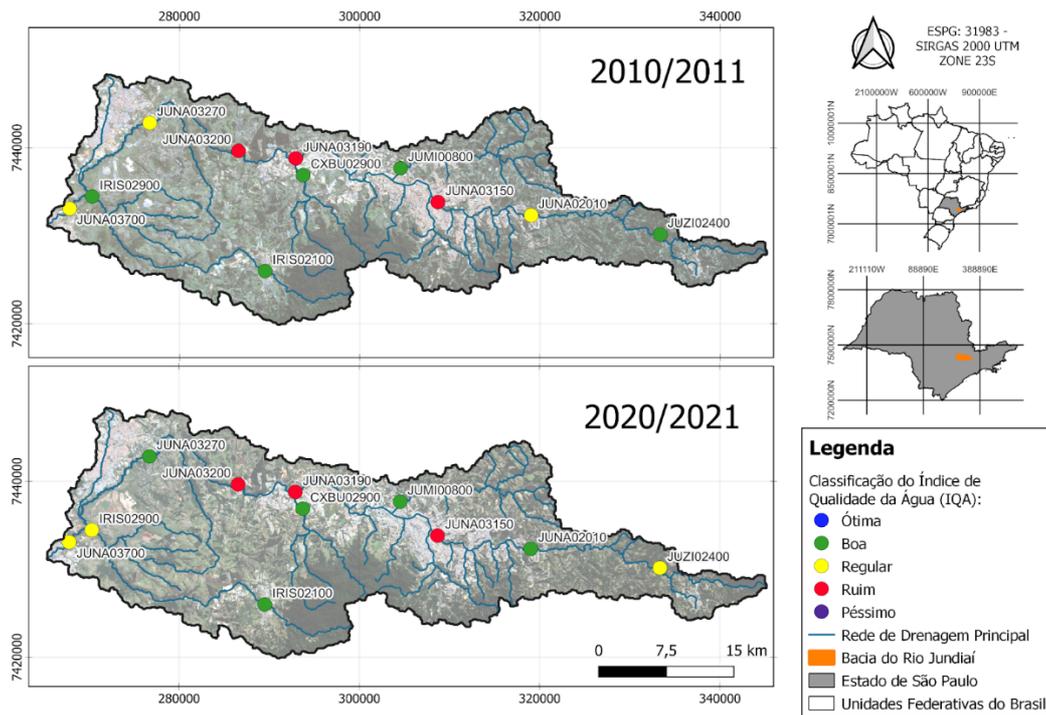
Ponto	IQA 2010/2011	IQA MAX 2010/2011	IQA MIN 2010/2011	IQA 2020/2021	IQA MAX 2020/2021	IQA MIN 2020/2021
JUNA03700	42 ± 5	50	29	43 ± 5	51	33
IRIS02900	64 ± 10	75	43	48	48	48
JUNA03270	37 ± 8	48	19	52 ± 3	55	50
JUNA03200	32 ± 7	40	17	30 ± 7	39	22

JUNA03190	33 ± 9	50	19	36	43	23
CXBU02900	61 ± 10	73	41	64	64	64
JUMI00800	72 ± 7	84	62	77	77	77
JUNA03150	26 ± 6	34	17	34 ± 8	42	26
JUNA02010	46 ± 8	56	31	56 ± 2	58	54
JUZI02400	55 ± 9	65	40	49	49	49
IRIS02100	65 ± 9	76	45	57	57	57

Fonte: Os autores, 2022.

Segundo os dados levantados, os valores médios de IQA foram predominantemente melhores para o período 2020/2021, exceto para os pontos de coleta IRIS02900, JUNA03200, JUZI02400 e IRIS02100. Os valores mínimos de IQA apresentaram melhores resultados para todos os pontos no período 2020/2022. Enquanto que o período 2010/2011 apresentou maiores valores máximos de IQA, exceto para os pontos JUNA03700, JUNA03270, JUNA03150 e JUNA02010. Esses 4 pontos citados, todos inseridos no rio Jundiaí, apresentaram melhoria na qualidade da água no período 2020/2021 em detrimento do período 2010/2011, tanto para os valores de IQA médio, quanto para os valores de IQA máximos e mínimos.

Figura 2 – Comparação do IQA médio entre os períodos 2010/2011 e 2020/2021.



Fonte: Os autores, 2022.

A distribuição do IQA médio nos mapas da Figura 2 demonstra similaridade entre valores encontrados para ambos os períodos. Os pontos com IQA classificado como “ruim” foram os mesmos para ambos períodos (JUNA03150, JUNA03190, JUNA03200), todos inseridos no rio Jundiaí. Um destaque positivo pode ser dado aos pontos JUNA02010 e JUNA03270 que apresentaram IQA classificado como “regular” no período 2010/2011 e IQA “bom” em 2020/2021, sendo os únicos pontos que apresentaram melhoria na qualidade da água no período estudado, levando-se em conta as categorias de classificação do IQA e disponibilidade de dados. Os pontos que apresentaram redução da qualidade entre os anos considerados foram JUZI02400, localizado no rio Jundiaí-Mirim e o IRIS02900 localizado no

rio Piraiá, ambos afluentes do rio Jundiaí. Os demais pontos analisados não sofreram alterações na categoria de classificação IQA.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Sendo assim, pode ser observado um indicativo de melhoria da qualidade da água do período 2010/2011 para o período 2020/2021 para os pontos JUNA03700, JUNA03270, JUNA03150 e JUNA02010, inseridos no rio Jundiaí, e piora na qualidade dos afluentes Jundiaí-Mirim e Piraiá (pontos JUZI02400 e IRIS02900, respectivamente). A pandemia de coronavírus SARS-CoV-2 iniciou-se em 2020 no Brasil e dentre os impactos negativos sociais e sanitários, causou impactos no monitoramento ambiental dos recursos hídricos. A área de estudo, Bacia do rio Jundiaí, foi uma das impactadas com a redução do número de amostragens realizadas em campo. A escassez de dados de qualidade da água para os anos 2020 e 2021 pode ter afetado a representatividade do IQA assim calculado. É importante salientar que, sendo a eficácia na gestão dos sistemas hídricos dependente da quantidade e qualidade de dados e informações disponíveis para análise, é recomendado que o monitoramento seja mantido e mesmo intensificado em tempos de crise, pois tem neste caso implicações diretas para a saúde pública. Ademais, em períodos de crise sanitária, as ações de monitoramento devem primar pelo uso de tecnologias considerando os riscos ocupacionais da atividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. *Relatório da Situação dos Recursos Hídricos 2012*, 2012. Disponível em: https://www.comitespcj.org.br/images/Download/RS/PCJ_RS-2012_RelatorioFinal_CRH-SP.pdf

CETESB. Apêndice D: Índices de Qualidade das Águas. *Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo*, 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>

CETESB. *Relatório de Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo*, 2020. São Paulo: CETESB, 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>

COMITÊS PCJ. *Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2020–2035 – Relatório Síntese – Consórcio Profill-Rhama*, 2020.

CUNHA, D. G. F.; SABOGAL-PAZ, L. P.; DODDS, W. K. Land use influence on raw surface water quality and treatment costs for drinking supply in São Paulo State (Brazil). *Ecological Engineering*, v. 94, p. 516–524, 2016.

LIBÂNIO, M. *Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água*. 3 ed. Editora Átomo, 2010.

NEVES, Mirna Aparecida. Análise integrada aplicada à exploração de água subterrânea na Bacia do Rio Jundiaí (SP). 2005, 200 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/103008>

UDDIN, M. G.; NASH, S.; OLBERT, A. I. A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators*, Elsevier BV, 2021.