

## Avaliação da qualidade de água superficial usando o índice de qualidade da água (IQA) em um rio localizado no norte de Minas Gerais (Brasil)

Lucas Victor Pereira de Freitas   <sup>1\*</sup>, Lucas David Rodrigues dos Santos   <sup>2</sup>, Bruna Emanuely Pereira Freitas <sup>3</sup>, Mônica Durães Braga <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Produção Vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Brasil. (\*Autor correspondente: lucasvictorfreitas@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Mestrando em Biociências e Biotecnologia, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – FCFRP-USP, Brasil.

<sup>3</sup>Graduanda em Farmácia, Faculdades Santo Agostinho, Brasil.

<sup>4</sup>Mestre em Medicina Veterinária, Professora das Faculdades Santo Agostinho, Brasil.

*Histórico do Artigo:* Submetido em: 13/05/2020 – Revisado em: 01/08/2020 – Aceito em: 13/09/2020

### RESUMO

A água é um recurso natural indispensável para os seres vivos, bem como para a realização das atividades antrópicas. Entretanto, em áreas urbanas os cursos hídricos são diretamente afetados por atividades antrópicas, tornando esses recursos cada vez mais escassos e degradados. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi analisar o Índice de Qualidade de Água (IQA) do rio Cintra, localizado em Montes Claros, Minas Gerais, Brasil, a fim de indicar o estado atual de conservação desse curso hídrico. Desta forma, foram coletadas amostras de água para análises físico-químicas e microbiológicas em quatro pontos distintos do rio Cintra. O IQA analisado indicou que o curso de água tem um bom grau de preservação apenas na área nascente. Nos demais pontos analisados, o IQA indicou um estado de preservação regular a ruim. Esses resultados indicaram que o lançamento de efluentes e a disposição irregular de resíduos sólidos são as atividades impactantes mais significativas que contribuem para a degradação do rio Cintra. Além disso, outros fatores, como a supressão da vegetação presente nas margens do rio Cintra, contribuem para sua deterioração. Em conclusão, o atual estado de conservação deste rio prejudica os processos ecológicos e organismos aquáticos. Além disso, pode representar sérios problemas de saúde pública, uma vez que doenças de veiculação hídrica podem afetar a população.

**Palavras-Chaves:** qualidade da água, efluente, poluição, impacto ambiental.

## Assessment of surface water quality using the water quality index (IQW) in a river located in northern Minas Gerais (Brazil)

### ABSTRACT

Water is an indispensable natural resource for the survival of living beings, as well as for performing anthropic activities. However, in urban areas, watercourses are directly affected by impacting activities, making these resources increasingly scarce and degraded. In this sense, the aim of this research is to analyze the Water Quality Index (IQA) of the Cintra River, which is located to Montes Claros, Minas Gerais, Brazil southeastern, to indicate the current state of conservation of watercourse. For that, water samples were collected to physical-chemical and microbiological analysis based on four distinct points of Cintra River. The IQA analyzed indicated that the watercourse has a good degree of preservation only in the nascent area. In the other points analyzed, the IQA indicated a reasonable or poor state of preservation. These results indicated that the wastewater discharge and the irregular disposal of solid wastes are the most significant impacting human activities that contribute to degradation of the Cintra River. In addition, other factors, as the removal of vegetation present on the banks of the Cintra River, are contributed to its degradation. In conclusion, the current state of conservation of this river harms ecological processes and aquatic organisms. In addition, it may represent serious public health problems, since waterborne diseases can affect the population

**Keywords:** water quality, effluent, pollution, environmental impact.

## 1. Introdução

A água é um recurso natural indispensável para a sobrevivência dos seres vivos e para a realização de atividades antrópicas (Litynska, Astrelin & Tolstopalova, 2017). A preservação de recursos hídricos em quantidades e qualidades adequadas fornecem uma pré-condição para o desenvolvimento econômico e a integridade ecológica (Wu et al., 2018).

A água se tornou um recurso estratégico em todo mundo, devido a diversos fatores que incluem crescimento populacional, expansão urbana, crescimento industrial, agricultura, pecuária e a produção de energia elétrica (Santos et al., 2017). Os recursos hídricos têm se tornado cada vez mais um fator decisivo para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental (Wei et al., 2018). Com o progresso rápido e contínuo da urbanização, industrialização e modernização, os problemas relacionados a demanda de água e a crescente escassez de recursos hídricos tornaram-se ainda mais preocupantes (Wei et al., 2018). A solução desses problemas, portanto, depende não apenas da disponibilidade de água, mas também de seu correto manejo e planejamento (Biswas, 2005).

Nesse contexto, o enquadramento do curso hídrico é um instrumento de gestão estabelecido pelas legislações e é definido pelas restrições de uso mais predominantes, atuais ou pretendidas. No Brasil, a Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), bem como a Resolução nº 91 de 5 de novembro de 2008 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CERH), definem critérios para cursos d'água baseados não necessariamente no estado atual, mas também nos níveis de qualidade que devem ter para atender às necessidades da comunidade (BRASIL, 2005; BRASIL, 2008).

A água doce é classificada em cinco classes: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. As águas da classe especial são destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. (BRASIL, 2005).

Classe 1 são águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. (BRASIL, 2005). A Classe 2 são águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca. (BRASIL, 2005).

Classe 3 são águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais. (BRASIL, 2005). Classe 4: águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística

Embora os usos mais comuns estejam associados ao consumo humano, os cursos hídricos têm apresentado degradação progressiva da qualidade de suas águas, gerando diversos problemas (Santos et al., 2017). Nas áreas urbanas, o crescimento populacional desordenado e o uso inadequado são os principais processos que tornam esse recurso cada vez mais escasso (Cunha, Lucena & Sousa, 2017; Singo et al. 2020). As mudanças que ocorrem nas características da bacia hidrográfica e que de alguma forma alteram o equilíbrio e a dinâmica dos recursos hídricos estão associadas à poluição existente no território (Gude et al., 2017; Hassan et al., 2017). As águas superficiais podem ser diretamente afetadas, recebendo os mais diversos tipos de efluentes domésticos, agrícolas e industriais, além da perda de mata ciliar e assoreamento (Gude et al., 2017; Liu et al. 2017; Hassan et al., 2017).

Como em muitas cidades brasileiras, em Montes Claros, Minas Gerais, Brasil, não houve um planejamento adequado, e o desenvolvimento urbano desordenado atinge os cursos d'água presentes na cidade que, em sua maioria, sofrem os impactos causados pela ação antrópica. A gestão dos recursos naturais e o controle da poluição dos rios representam desafios notáveis para o governo local. De acordo com Alves et al. (2019), atualmente, o problema da qualidade da água e da gestão dos recursos hídricos tem se tornado um dos

mais sérios obstáculos enfrentados pelo poder público, bem como pela sociedade. Assim, o principal desafio é desenvolver uma gestão sustentável que garanta um abastecimento adequado de água de qualidade e ao mesmo tempo evite a degradação dos ecossistemas aquáticos associados (Durán-Sánchez, García & Rama, 2018).

É preciso assegurar a qualidade da água dos recursos hídricos superficiais e criar políticas públicas para o uso sustentável deles. Assim, é necessária a realização de estudos que analisem o atual grau de conservação dos rios, servindo como subsídio e ferramenta para as decisões do governo local. Nesse sentido, o índice de qualidade da água (IQA) é considerado uma informação fundamental para a análise da qualidade da água e do grau de conservação dos recursos hídricos, sendo um importante subsídio para a sua gestão. O IQA foi proposto em 1970 pela *National Sanitation Foundation* (NSF), dos Estados Unidos da América (EUA). O IQA é um número adimensional que combina vários fatores de qualidade da água em um único número, normalizando valores para curvas de classificação subjetivas e permitindo facilmente interpretação dos dados de monitoramento (Garcia et al., 2017). No Brasil, o IQA foi adaptado e é utilizado por diversos órgãos ambientais como ferramenta de controle da poluição e gestão de recursos hídricos.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é analisar o Índice de Qualidade da Água (IQA) do rio Cintra, que se localiza em Montes Claros, Minas Gerais, sudeste do Brasil, para indicar o estado atual de conservação desse curso d'água.

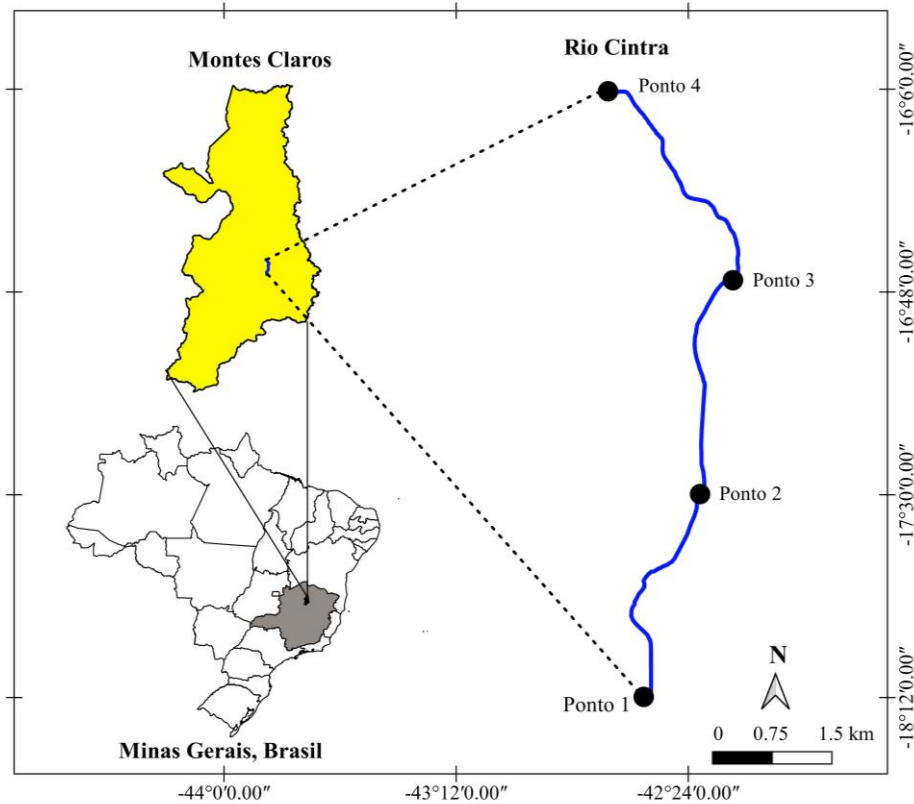
## 2. Métodos

### 2.1 Coleta das Amostras e Análises Laboratoriais

O Rio Cintra, objeto de estudo deste artigo, é um curso d'água de grande importância para a cidade de Montes Claros, Minas Gerais, sudeste do Brasil. O Rio Cintra tem sua bacia hidrográfica localizada na zona urbana da cidade. O curso d'água tem extensão de aproximadamente 7000 m, e não está classificado nas classes de qualidade da água, conforme estabelece a Resolução Conama nº. 357/2005 (BRASIL, 2005).

A água desse rio é utilizada para atividades domésticas na área de nascente. No ponto 2 a água é utilizada pelos moradores para irrigar algumas plantas nas margens do rio. Nos pontos 3 e 4 a água é utilizada para dessedentação animal, principalmente equinos que são criados por moradores locais (Figura 1).

**Figura 1.** Localização dos quatro pontos amostrais do rio Cintra



O rio Cintra é um dos afluentes do rio Vieira que deságua no rio Verde Grande, afluente direto do rio São Francisco. O Rio São Francisco, é o 5º maior curso d'água do Brasil, e tem grande importância econômica, social e ambiental para o país.

Para realizar a análise do IQA, amostras de água foram coletadas em quatro pontos distintos de amostragem do rio Cintra. Os pontos de amostragem foram definidos em pontos equidistantes ao longo do rio, sendo: nascente ( $16^{\circ} 44'21,65''$  S,  $43^{\circ} 51'9,47''$  W), dois pontos intermediários ( $16^{\circ} 43'20,32''$  S,  $43^{\circ} 50'52,46''$  W e  $16^{\circ} 42'15,65''$  S,  $43^{\circ} 50'42,54''$  W) e foz ( $16^{\circ} 41'18,51''$  S,  $43^{\circ} 51'20,25''$  W), conforme apresentado na Figura 1. A distância entre as pontos de amostragem foi de aproximadamente 2300 metros. As localizações geográficas dos pontos de amostragem foram registradas em sistema GPS portátil (Garmin - eTrex 12, Brasil).

As amostras foram coletadas em frascos de polietileno e mantidas sob refrigeração em caixa térmica até a análise, segundo os critérios da APHA (2012). O tempo de coleta e análise da amostra de água foi inferior 24 horas.

A análise da temperatura (T), potencial de hidrogênio (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes totais (CT), nitrogênio total (NT), fósforo total (FT), sólidos totais (ST) e a turbidez (Tb), que compõe os parâmetros necessários para o cálculo do IQA, foram realizados conforme descrito (APHA, 2012). Os parâmetros e metodologias adotados para a análise são apresentados na Tabela 1. Após a análise das amostras de água do rio Cintra, foi calculado o IQA.

**Tabela 1** – Parâmetros e metodologia utilizada para análise do índice de qualidade da água

Parâmetros Analisados	Metodologia Adotada
OD e DBO	A análise do oxigênio dissolvido foi realizada no momento da coleta. Para o cálculo da demanda bioquímica de oxigênio, amostras de água foram incubadas em estufa a 20°C por 5 dias, após os quais o oxigênio dissolvido nelas foi analisado e o oxigênio dissolvido inicial foi subtraído do oxigênio dissolvido após 5 dias. As análises foram realizadas com medidor portátil de oxigênio dissolvido (Instrutherm MO-900, Brasil).
T	A temperatura da água foi analisada no momento da amostragem, por meio de um termômetro digital (JProlab TE07, Brasil).
CT	Foi preparado o meio de cultura, caldo <i>Rapid HiColiform</i> , o qual foi submetido ao processo de esterilização em autoclave. Posteriormente, foram adicionadas ao caldo as diluições de 10,0 mL, 1,0 mL e 0,1 mL da amostra de água. O resultado da análise foi observado após 24 horas, verificando se havia mudança de cor e formação de gases nos tubos (Coliformes totais) e levados à luz Ultravioleta para analisar formação de fluorescência (indicando presença de <i>Escherichia coli</i> ).
ST	150 mL da amostra de água foram adicionados a um Erlenmeyer, e levado ao forno a 105 ° C para secagem. O cálculo foi feito retirando a diferença encontrada na amostra antes e após a secagem na estufa. Para maior confiabilidade dos resultados, a análise foi feita em triplicata.
TB	A análise da turbidez foi realizada em um turbidímetro portátil (Quimis W279p, Brasil).
FT	As amostras foram analisadas por meio de reações colorimétricas com reagentes específicos (Alfakit 1555, Brasil).
NT	As amostras foram analisadas por meio de reações colorimétricas com reagentes específicos (Alfakit 1555, Brasil)
pH	Para a análise do pH, as amostras foram analisadas por meio do potenciômetro digital de bancada (Hanna HI 8424, Brasil).

OD: Oxigênio Dissolvido; DOB: Demanda Bioquímica de oxigênio; T: temperatura; CT: Coliformes Totais; ST: Solidos Totais; TB: Turbidez; FT: Fosforo Total; NT: Nitrogênio Total; pH: potencial Hidrogeniônico.

## 2.2 Índice de Qualidade da Água (IQA)

A determinação do IQA foi realizada de acordo com a metodologia utilizada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2016). Nove parâmetros de qualidade da água foram analisados. O IQA foi calculado de acordo com a Equação 1, com valores variando de 1 a 100. Segundo Sperling (2014), no cálculo do IQA apresentado pela NSF, a soma dos pesos das variáveis deve ser igual a 1.






$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i} \quad (1)$$

Em que: IQA: índice de qualidade da água, entre 0 e 100;  $q_i$ : qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, entre 0 e 100, obtido a partir da respectiva curva média de variação da qualidade, em função de sua concentração ou medida;  $w_i$ : peso

correspondente ao i-ésimo parâmetro, entre 0 e 1, atribuído em função de sua importância para a qualidade geral; n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Os resultados do Índice de Qualidade da Água foram classificados em faixas de cores conforme apresentado na Tabela 2, seguindo os parâmetros estabelecidos (CETESB, 2016).



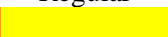

**Tabela 2.** Classificação do índice de qualidade da água modificado (IQA), de acordo com a CETESB (2016).

Classificação	Cor	Classificação IQA
Excelente		$90 < IQA \leq 100$
Bom		$70 < IQA \leq 90$
Regular		$50 < IQA \leq 70$
Ruim		$25 < IQA \leq 50$
Péssimo		$0 < IQA \leq 25$

### 3. Resultados e Discussão

De acordo com a Resolução nº 91/2008 (BRASIL, 2008), até que a autoridade tenha as informações necessárias para a definição fornecida e estabeleça a classe correspondente, a classe 2 pode ser adotada para águas doces superficiais (BRASIL, 2008). Assim, como o Rio Cintra ainda não está enquadrado, para efeito de análise, os resultados obtidos foram comparados com os valores máximos estabelecidos para os cursos d'água pertencentes à classe 2. Os resultados da análise, IQA e grau de conservação do rio Cintra são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Resultado das análises para cálculo do IQA.

Parâmetros analisados	Unidade de medida	Ponto 1 Nascente	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4 Foz	Valor máximo permitido*
OD	mg L <sup>-1</sup>	8,0	4,0	6,0	6,0	> 5,0
DBO	mg L <sup>-1</sup>	1,0	3,0	2,0	3,0	≤ 5,0
T	°C	23	25	24	25	-
CT	Número mais provável em 100 mL	240	1600	1780	1900	200
ST	mg L <sup>-1</sup>	312,67	664,26	482,33	608,34	500
Tb	Unidade nefelométrica de turbidez (NTU)	6,0	18,0	5,0	10,0	100
FT	mg L <sup>-1</sup>	0	0,9789	0,9789	0,6526	0,050
NT	mg L <sup>-1</sup>	0,607	2,428	3,642	3,642	**
pH	-	6,5	8,0	8,0	9,0	6,0 to 9,0
IQA		76	46	52	49	
Grau de conservação		Bom	Ruim	Regular	Ruim	
Cor						

\*Valor máximo estabelecido para cursos hídricos de classe 2, de acordo com a Resolução Conama 357/2005 (BRASIL, 2005).

\*\* 3.7 mg L<sup>-1</sup> N, para pH ≤ 7.5; 2.0 mg L<sup>-1</sup> N, para 7.5 < pH ≤ 8.0; 1.0 mg L<sup>-1</sup> N, para 8.0 < pH ≤ 8.5; 0.5 mg L<sup>-1</sup> N, para pH > 8.5.

OD: oxigênio dissolvido; DBO: demanda bioquímica de oxigênio; T: temperatura; CT: coliformes totais; ST: sólidos totais; Tb: turbidez; FT: fósforo total; NT: nitrogênio total; pH: potencial hidrogeniônico; IQA = índice de qualidade de água.

O Ponto 1 - Coordenadas 16°44'21.65" S e 43°51'9.47" W, correspondente à nascente: O valor de IQA obtido foi de 76, indicando um bom grau de conservação. Neste ponto, os parâmetros analisados mostraram-se com um grau de qualidade próximo ao desejado, exceto para coliformes totais e sólidos totais. Esses resultados podem ser relacionados pelo fato de a água neste local ser utilizada para atividades domésticas. Consequentemente, a atividade antrópica é intensa, o que pode levar à contaminação, bem como ao transporte de sedimentos para a água.

O Ponto 2 - Coordenadas 16°43'20.32" S e 43°50'52.46" W, ponto intermediário do rio Cintra: O valor do IQA foi 46, correspondendo a um grau de conservação ruim. Os parâmetros de coliformes totais, nitrogênio, fósforo e sólidos totais, foram elevados. Este é o ponto mais próximo de residências e urbanização. Portanto, há uma maior interferência antrópica, causando diversos impactos no curso d'água. Estudos anteriores relatam que o uso e a ocupação do solo influenciam a qualidade da água de uma bacia hidrográfica (Santos *et al.*, 2017). Esses resultados estão diretamente relacionados ao lançamento de efluentes próximos ao ponto amostral, levando a impactos graves. Esses efluentes, quando não tratados adequadamente, potencializam o processo de degradação da qualidade da água (Li *et al.*, 2015).

O Ponto 3 - Coordenadas 16°42'15.65" S e 43°50'42.54" W, ponto intermediário do rio Cintra: O resultado do IQA encontrado foi de 52, indicando um grau de conservação razoável. Nesse ponto, os resultados de nitrogênio total, fósforo e coliformes totais foram elevados. Este fato tem influência do lançamento de efluentes neste rio. Estudos mostram que a descarga de águas residuais domésticas e industriais não tratadas é uma fonte de poluição da água (Bilgin, 2018). O lançamento desses efluentes contribui para o aumento na concentração de nutrientes na água (Karadžić *et al.*, 2010). Altos níveis de fósforo na natureza podem favorecer o florescimento de algas, causando eutrofização. Este processo diminui os níveis de luz solar e oxigênio disponível, afetando peixes e outras formas de vida aquática (Hamdan, Dawood & Naeem, 2018).

Ponto 4 - Coordenadas 16°41'18.51" S e 43°51'20.25" W, correspondente à foz: O valor do IQA obtido foi de 49, indicando um mau grau de conservação. Neste ponto, a análise indicou altos valores de coliformes totais, nitrogênio, fósforo e sólidos totais. Esses parâmetros indicam a má qualidade da água do curso d'água, devido ao lançamento de efluentes e à presença de resíduos e sedimentos. O transporte de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica até o leito do rio, pode levar a efeitos irreversíveis, ultrapassando a capacidade de autodepuração do rio (Wittman *et al.*, 2013).

A Resolução nº 357/2005 (BRASIL, 2005), define coliformes como um grupo de bactérias gram-negativas na forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase, podendo fermentar lactose em temperaturas de  $44,5 \pm 0,2$  ° C em 24 horas com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não foram contaminadas por material fecal (BRASIL, 2005).

Embora os coliformes totais também ocorram em locais onde não houve contaminação fecal, seu uso se deve ao fato de serem indicadores biológicos. De acordo com a Resolução nº 357/2005, indicadores biológicos são bactérias, plantas e animais cuja presença ou comportamento estão intimamente relacionados a determinadas condições ambientais que podem ser utilizadas para avaliá-los (BRASIL, 2005). Assim, um bioindicador adequado irá revelar sinteticamente, por meio de valores ou parâmetros, modificações que ocorreram ou estão ocorrendo em um determinado sistema (Reche, Pittol & Fiuza, 2010).

Neste estudo, constatou-se que em todos os pontos analisados, a presença de coliformes totais foi superior ao valor máximo estabelecido (Tabela 3). Esta alta concentração de coliformes indica a contaminação do curso d'água por efluentes domésticos, identificados nos pontos 2, 3 e 4, representando riscos para a população. Quando é detectada contaminação por coliformes totais, há um forte indício que houve descarte de

efluente em período recente. A presença de coliformes totais na água indica contaminação por fezes humanas ou animais, com risco potencial de presença de organismos patogênicos (Cabral, 2010; Pandey et al., 2014; Uprety et al., 2020).

O nitrogênio é um importante parâmetro de qualidade da água, visto que este é um nutriente que contribui para o crescimento de plantas e algas, podendo contribuir para a eutrofização do curso d'água. No meio aquático, as formas mais comuns desse elemento são nitrato, nitrito, amônia e compostos de nitrogênio dissolvidos. Esses nutrientes podem ter origem antropogênica através da liberação de resíduos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes (Santos et al., 2018; Hassan et al., 2017). Nos pontos 2, 3 e 4 o nitrogênio determinado ficou acima dos valores estabelecidos pela legislação em vigor. Nestes pontos foi verificado o lançamento de efluentes domésticos, os quais estão relacionados ao aumento da concentração desse nutriente.

Outro nutriente importante é o fósforo, visto que também pode contribuir para o processo de eutrofização. Sua presença na água pode ter origem em processos naturais como dissolução de rochas, decomposição de matéria orgânica e chuva. A principal fonte de fósforo na água é a descarga de efluentes de estações de tratamento de esgoto, águas residuais domésticas, escoamento que vem de campos agrícolas pulverizados com fertilizantes fosfatados e aditivos fosfatados usados em detergentes (Hassan et al., 2017). Na nascente (Ponto 1) não foi detectado fósforo, mas nos pontos 2, 3 e 4 esse elemento foi detectado acima dos valores permitidos, podendo estar relacionado com o lançamento de efluentes e disposição de resíduos sólidos no curso de água.

O oxigênio dissolvido (OD) e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) têm sido atribuídos como importantes indicadores de avaliação da qualidade da água, uma vez que influenciam quase todos os processos químicos e biológicos dentro dos cursos d'água. São parâmetros limnológicos importantes que indicam o grau de qualidade da água e a carga de poluição orgânica no corpo d'água (Hassan et al., 2017). Assim, quanto maior a matéria orgânica, sólidos e sedimentos em um corpo de água, menor será o valor de OD e maior DBO. O OD também pode estar relacionada ao fluxo do curso d'água. O aumento na concentração de OD pode ser atribuído ao aumento da turbulência no fluxo do rio (Girardi. *et al.*, 2016). Apenas no ponto 2 o DO está abaixo do valor permitido. Nos demais pontos, tanto o OD quanto o DBO estão dentro dos padrões estabelecidos (BRASIL, 2005) (Tabela 3).

O pH, assim como a temperatura, são parâmetros importantes no monitoramento, pois contribuem para a manutenção e sobrevivência dos organismos aquáticos. Variações desses parâmetros podem estar relacionadas ao lançamento de efluentes, bem como na maior quantidade de matéria orgânica e outros compostos. Em todos os pontos analisados, o pH e a temperatura estão dentro dos padrões estabelecidos (BRASIL, 2005).

Os sólidos totais (ST) estão relacionados ao lançamento de efluentes, erosão e transporte de sólidos para o curso d'água. Nos pontos 2 e 4, os ST estão acima dos valores estabelecidos. A alta presença de matéria orgânica e sedimentos oriundos do lançamento de efluentes domésticos, destinação de resíduos sólidos e remoção de mata ciliar são responsáveis por este alto valor.

A turbidez está relacionada à presença de sólidos em suspensão na água. Segundo Sperling (2014), a turbidez não gera problemas sanitários, porém é esteticamente desagradável na água. Segundo o mesmo autor, os sólidos totais responsáveis pela turvação da água servem de abrigo para microrganismos, que podem ser patogênicos. Em todos os pontos, os valores de turbidez estão abaixo do valor máximo permitido.

O IQA analisado nos quatro pontos do rio Cintra indicou que o curso d'água apresenta um bom grau de preservação apenas na nascente. Nos pontos intermediários e na foz do rio, os impactos ambientais da atividade antrópica são evidentes. Essas atividades são responsáveis pelas alterações nas propriedades físico-químicas e microbiológicas da água. De acordo com Lima et al. (2015) a deterioração da qualidade da água pode ocorrer de forma mais significativa quando há descarte de efluentes. Além disso, a urbanização e a conseqüente supressão da mata ciliar tendem a degradar as margens dos cursos d'água e alterar as características físicas e



químicas de suas águas (Li et al., 2015). Outro aspecto importante que deve ser considerado é o impacto negativo sobre sua qualidade e a demanda para a manutenção da vida aquática nesses ecossistemas (Cunha, Calijuri & Lamparelli, 2013).

#### 4. Conclusão

Neste estudo, o índice de qualidade da água (IQA) foi aplicado para monitorar o grau de conservação do rio Cintra. Foi possível verificar que este importante curso d'água apresenta um bom grau de preservação apenas na área de sua nascente. Nos pontos à jusante, o grau de conservação varia de regular a ruim, devido aos impactos decorrentes da atividade antrópica, como lançamento de efluentes domésticos, disposição irregular de resíduos sólidos e supressão da mata ciliar.

O lançamento de efluentes e a disposição irregular de resíduos sólidos constituem os impactos mais significativos para a degradação do rio Cintra. Por esses motivos, é fundamental propor um plano de recuperação e preservação de sua bacia hidrográfica, além do monitoramento da qualidade de suas águas. Essas ações podem garantir a qualidade da água para os usos exigidos pela população, além de contribuir para a manutenção dos processos ecológicos e das comunidades aquáticas.

#### 5. Referencias

Alves, B. L. A., Nascimento, V. G. S., & Pereira-Júnior, A. (2019). Qualidade e uso da água de um igarapé, uma nascente e um reservatório na zona rural do município de Nova Timboteua - PA (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, 7(1), 48-69.

APHA, American Public Health Association. (2012). **Standard methods for the examination of water and wastewater** (22. ed). Washington: American Public Health Association.

BRASIL. **Resolução Nº 357 de 17 março de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). 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, 18 de mar.

BRASIL, Resolução Nº 91 de 5 de novembro de 2008 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Diário Oficial da União, 05 de nov.

Bilgin, A. (2018). Evaluation of surface water quality by using Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI) method and discriminant analysis method: A case study Coruh River Basin. **Environmental Monitoring and Assessment**, 190(9), 554.

Biswas, A. K., & Tortajada, C. (2005). **Appraising sustainable development: Water management and environmental challenges.** New Delhi: Oxford University Press.

Cabral, J. P. S. (2010). Water microbiology. Bacterial pathogens and water. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 7(10), 3657–3703.

Cunha, D. G. F., Calijuri, M. do C., & Lamparelli, M. C. (2013). A trophic state index for tropical/subtropical reservoirs (Tsitsr). **Ecological Engineering**, 60(1), 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.058>

- Durán-Sánchez, A., Álvarez-García, J., & del Río-Rama, M. (2018). Sustainable water resources management: A bibliometric overview. **Water**, 10(9), 1191.
- Cunha, J. P. S., Lucena, R. C. F., & Sousa, C. A. F. (2017). Monitoramento do uso e ocupação de Áreas de Preservação Permanentes urbanas com o apoio de geotecnologias: O caso do rio Jaguaribe em João Pessoa-PB. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, 5(30), 42– 50.
- CETESB, Companhia Ambiental do estado de São Paulo. (2016). **Índices de qualidade das águas**. São Paulo.
- Garcia, C. A. B., Garcia, H. L., Mendonça, M. C. S., Silva, A. F., Alves, J. P. H.. (2017). Assessment of Water Quality Using Principal Component Analysis: A Case Study of the Açude da Macela, Sergipe, Brazil. **Modern Environmental Science and Engineering**, 3(1), 690-700.
- Girardi, R., Pinheiro, A., Garbossa, L. H. P., & Torres, É. (2016). Water quality change of rivers during rainy events in a watershed with different land uses in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 21(3), 514–524.
- Gude, V. G. (2017). Desalination and water reuse to address global water scarcity. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, 16(4), 591–609.
- Hamdan, A., Dawood, A., & Naeem, D. (2018). Assessment study of water quality index (WQI) for Shatt Al-arab River and its branches, Iraq. **MATEC Web of Conferences**, 162 (2), 5.
- Hassan, T., Parveen, S., Bhat, B. N., & Ahmad, U. (2017). Seasonal variations in water quality parameters of river Yamuna, India. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, 6(5), 694–712.
- Karadžić, V., Subakov-Simić, G., Krizmanić, J., & Natić, D. (2010). Phytoplankton and eutrophication development in the water supply reservoirs Garaši and Bukulja (Serbia). **Desalination**, 255(1–3), 91–96.
- Li, Y., Li, Y., Qureshi, S., Kappas, M., & Hubacek, K. (2015). On the relationship between landscape ecological patterns and water quality across gradient zones of rapid urbanization in coastal China. **Ecological Modelling**, 318(1), 100–108.
- Lima, C., Zeilhofer, P., Dores, E., & Cruz, I. (2015). Variabilidade espacial da qualidade de água em escala de bacias—Rio cuiabá e São Lourenço, mato grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 20(1), 169–178.
- Liu, J., Yang, H., Gosling, S. N., Kummu, M., Flörke, M., Pfister, S., Hanasaki, N., Wada, Y., Zhang, X., Zheng, C., Alcamo, J., & Oki, T. (2017). Water scarcity assessments in the past, present, and future: **Review On Water Scarcity Assessment**. 5(6), 545–559.
- Litynska, M., Astrelin, I., & Tolstopalova, N. (2017). Ways of arsenic compounds getting into natural waters. **Modern Environmental Science and Engineering**, 3(1), 50–60.
- Pandey, P. K., Kass, P. H., Soupir, M. L., Biswas, S., & Singh, V. P. (2014). Contamination of water resources by pathogenic bacteria. **AMB Express**, 4(1), 51.

Reche, M. H. L. R., Pittol, M., & Fiuza, L. M. (2010). Bactérias e bioindicadores de qualidade de águas de ecossistemas orizícolas da região sul do Brasil. **Oecologia Australis**, 14(2), 452–463.

Santos, R. C. L., Lima, Á. S., Cavalcanti, E. B., Melo, C. M. de, & Marques, M. N. (2017). Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, 23(1), 33–46.

Santos, S., Gastaldini, M. do C., Pivetta, G., & Schmidt Filho, O. (2018). Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria/RS. **Sociedade & Natureza**, 30(2), 23–44.

Singo, J. M., Araújo-Ramos, A. T. de, & Rocha, J. R. C. da. (2020). Physical-chemical characterization of Peri River, Pontal do Paraná, PR, Brazil. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, 7(5), 314-323.

Sperling, M. V., (2014). **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos** (1 ed). Belo Horizonte: Department of Sanitary and Environmental Engineering, Federal University of Minas Gerais.

Uprety, S., Dangol, B., Nakarmi, P., Dhakal, I., Sherchan, S., Shisler, J. L., Jutla, A.. Assessment of microbial risks by characterization of *Escherichia coli* presence to analyze the public health risks from poor water quality in Nepal. **International Journal Of Hygiene And Environmental Health**, 226, 113484-113487.

Wei, Y., Wang, Z., Wang, H., Yao, T., & Li, Y. (2018). Promoting inclusive water governance and forecasting the structure of water consumption based on compositional data: A case study of Beijing. **Science of The Total Environment**, 634(1), 407–416.

Wittman, J., Weckwerth, A., Weiss, C., Heyer, S., Seibert, J., Kuennen, B., Ingels & Enos-Berlage, J. (2013). Evaluation of land use and water quality in an agricultural watershed in the USA indicates multiple sources of bacterial impairment. **Environmental Monitoring and Assessment**, 185(12), 10395–10420.

Wu, Z., Wang, X., Chen, Y., Cai, Y., & Deng, J. (2018). Assessing river water quality using water quality index in Lake Taihu Basin, China. **Science of The Total Environment**, 612, 914–922.