

AValiação DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO HERCÍLIO, MUNICÍPIO DE IBIRAMA, SC

Carlos Eduardo Lach¹

Sandra Isabela Olmedilla Costa¹

Mayara Misturini¹

Yúgi Fernando Uda¹

Camila Schwarz Pauli¹

Luciano André Deitos Koslowski¹

RESUMO

A qualidade das águas dos corpos hídricos pode sofrer ações antrópicas da urbanização de centros urbanos, bem como das atividades industriais e agrícolas. As indústrias madeireiras, localizadas na região do médio vale do Itajaí no Estado de Santa Catarina apresentam forte potencial econômico. O presente estudo tem como objetivo avaliar por meio de análises físico-químicas a qualidade da água do corpo hídrico do rio Hercílio situado na cidade de Ibirama na região do médio vale do Itajaí, resultante da poluição de esgotos domésticos e pela presença de efluentes industriais do setor madeireiro. Neste sentido, os seguintes parâmetros físico-químicos foram analisados: nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), nitrogênio total (NTK), oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, cloreto total, cianeto total, carbono orgânico total (COT), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), condutividade e cor verdadeira. Os resultados evidenciam que os seguintes parâmetros e respectivos valores médios exigem atenção: pH (5,33-5,66), Carbono Orgânico Total (3,57-5,81 mg L^{-1}) e oxigênio dissolvido (5,94-6,51 mg L^{-1}). Neste sentido, sugere-se que o aumento significativo dos valores referente aos parâmetros citados nos pontos de amostragem do corpo hídrico, pode ser associado à atividade da indústria madeireira às margens do rio Hercílio sendo um fator preponderante na alteração da qualidade da água.

Palavra-chave: Análise Físico-química; Carbono Orgânico Total; Corpo Hídrico.

ABSTRACT

Water quality of the Hercilio river in Ibirama city, SC. Water quality of streams and rivers are highly affected by anthropic activities due to urbanization and to industrial and agricultural developments. Timber industries, located from the middle region of Itajaí valley region in the southern Santa Catarina state, provide robust industrial assets. Current analysis evaluates and quantifies the water quality of the Hercílio river in the Ibirama town from the middle region of Itajaí valley, polluted by home sewerage and industrial effluents from the timber industry. Physical and chemical parameters were analyzed, such as nitrate (NO_3^-), nitrite (NO_2^-), total nitrogen (NTK), dissolved oxygen (DO), hydrogenionic potential (pH), turbidity, total chloride, total cyanide, total organic carbon, biochemical oxygen demand (BOD), conductivity and true color. Results reveal that the following parameters and their respective mean rates should receive special attention: pH (5.33-5.66), total organic carbon (3.57-5.81 mg L^{-1}) and dissolved oxygen (5.94-6.51 mg L^{-1}). Significant increase of parameters total organic carbon, turbidity and DO at sampling sites of the stream

¹ Depto. de Engenharia Sanitária, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, CEAVI, Ibirama, SC, Brasil. E-mail para correspondência: carlos.lach@edu.udesc.br

may be associated to the timber industries on the banks of the Hercílio river and a relevant factor in the alteration of water quality.

Keywords: Physical and Chemical Analysis; Total Organic Carbon; Watercourse.

INTRODUÇÃO

A água constitui um elemento essencial para a existência dos seres vivos sendo, portanto, um recurso natural insubstituível. A qualidade das águas está fundamentalmente associada à interferência de poluentes nos recursos hídricos, de forma que a degradação da qualidade da água de um corpo receptor limita sua utilização (Baldissera et al., 2012; Sremački et al., 2020).

Os ecossistemas aquáticos sofrem impactos consideráveis pelas atividades humanas e, de forma direta ou indireta, produzem alterações em estuários e águas costeiras, redução de vegetação natural e alteração das características naturais de drenagem (Oliveira et al., 2018). A presença de cursos d'água, junto às zonas urbanas, sempre constitui um desafio, já que a qualidade do recurso hídrico varia de acordo com o ambiente de gênese, o percurso, geologia e a interferência humana (Fontes et al., 2017). A poluição química presente nos rios pode ser considerada como uma das principais ameaças ao ecossistema aquático e à saúde pública (Majal et al., 2014).

Neste sentido, o indicativo da presença de produtos químicos nas águas superficiais não implica necessariamente em uma análise precisa da qualidade da água, ainda assim consiste no principal meio de abordagem usada para o monitoramento da qualidade da água de um curso hídrico (Scott e Froust, 2017). Não obstante, o monitoramento da qualidade da água presume um modelo de sustentação, planejamento, gestão de recursos hídricos e de fatores e efeitos sobre as características qualitativas das águas e controle ambiental (Lunelli et al., 2019).

Os impactos causados pela poluição da água para a humanidade requerem avaliação regular da qualidade da água e monitoramento dos cursos hídricos (Muchini et al., 2018). As influências antrópicas sobre a qualidade da água estão fortemente associadas ao crescimento da urbanização, da expansão das atividades agropecuárias e industriais (Mitróvic et al., 2018). No processo industrial a água pode ter diferentes usos, como: matéria-prima, lavagem de equipamentos, reagente e solvente, resfriamento e aquecimento e demais usos. Os cursos d'água são amplamente prejudicados pelas ações antrópicas que influenciam substancialmente a qualidade da vida aquática local, principalmente na região onde ocorre o despejo destes resíduos (Ragassi et al., 2017).

O rio Hercílio, também conhecido por rio Itajaí do Norte (extensão de 93,43 km lineares) é um dos afluentes do Rio Itajaí-Açú, ocupando toda a extensão do município de Ibirama, região turística do Vale Europeu, situado na microrregião do Alto Vale do Itajaí, no estado de Santa Catarina. A região é dividida por vários ribeirões provenientes do rio Hercílio, destacando-se a presença de indústrias madeireiras, que representam 13,1% das atividades econômicas do município (Amavi, 2018).

A indústria madeireira tem causado impacto no meio ambiente devido aos seus compostos tóxicos e não-biodegradáveis presentes em seus efluentes (Borba et al., 2008). Alguns estudos apontam a geração de efluentes resultantes da indústria madeireira pela aplicação de preservantes químicos (sais inorgâni-

cos, alcatrão, creosoto do alcatrão de hulha entre outros) na madeira de corte. Neste âmbito, os produtos utilizados na preservação da madeira são tóxicos aos organismos biológicos que degradam a madeira. A literatura reporta sobre o uso de madeira tratada em diferentes áreas (redes de distribuição de telefonia, eletricidade e construção), gerando resíduos ao término da vida útil dessas estruturas (Santos et al., 2018). A preservação da madeira é feita por meio de produtos químicos (creosoto mineral), empregando o processo de pirólise com carvão betuminoso, o qual é composto de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), potencialmente tóxicos para o meio ambiente (Kim et al., 2017).

A análise de carbono orgânico total (COT) constitui uma técnica alternativa no monitoramento da matéria orgânica presente nas águas de rios e lagos, pela rapidez da análise, grande precisão, e não necessita de produtos químicos (Lee et al., 2016). De acordo com Schreir et al. (1999), a determinação da concentração de carbono orgânico total na água pode ser compreendida como o conjunto de todas as formas de carbono orgânico, incluindo hidrocarbonetos derivados do petróleo e matéria orgânica natural. O carbono orgânico total (COT) tem sido indicado como o parâmetro mais importante para a determinação global da matéria orgânica em ambientes aquáticos, como alternativa às incertezas e dificuldades nos ensaios para a determinação da DBO (Knapick et al., 2016).

Portanto, o estudo foi realizado para obter uma avaliação preliminar da qualidade da água do rio Hercílio, afetada pelas atividades antrópicas e de urbanização, bem como dos efeitos causados pela presença de uma indústria madeireira em área de estudo específica. O foco principal consistiu na análise de parâmetros físico-químicos (oxigênio dissolvido, pH, cor verdadeira, turbidez), método do inóculo (demanda bioquímica de oxigênio), método colorimétrico (nitrato, nitrito, nitrogênio total e cianetos) e carbono orgânico total (COT) por meio de análise da água em três pontos na área de estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo está situada na bacia hidrográfica do rio Itajaí do Norte na região do Alto Vale do Itajaí, no município de Ibirama – Santa Catarina sendo um dos afluentes do rio Itajaí-Açú. O município de Ibirama localiza-se na latitude S 27°03'2" e longitude O 49°31'0", com população estimada de 18.950 mil habitantes, e área total de 246,71 km² e faz limite com as cidades de Ascurra, Benedito Novo, José Boiteux, Apiúna, Lontras, Presidente Getúlio e Rio do Sul (IBGE, 2019). A região hidrográfica apresenta pluviosidade anual de cerca de 1550,0 mm, relevo predominantemente montanhoso, com altitude de 150 m acima do nível do mar, em clima subtropical com invernos frios e temperatura média anual de 20 °C (Santa Catarina, 2015).

A amostragem foi realizada em uma região limítrofe entre a área urbana e rural do município de Ibirama em área de grande urbanização e presença de pequenas madeireiras. Da mesma forma, ao longo do curso hídrico pode ser observada quantidade significativa de rochas e de vegetação nativa. As coletas das amostras de água foram realizadas conforme padrão sugerido pela NBR 9898, em três pontos amostrais do rio Hercílio (Figura 1).

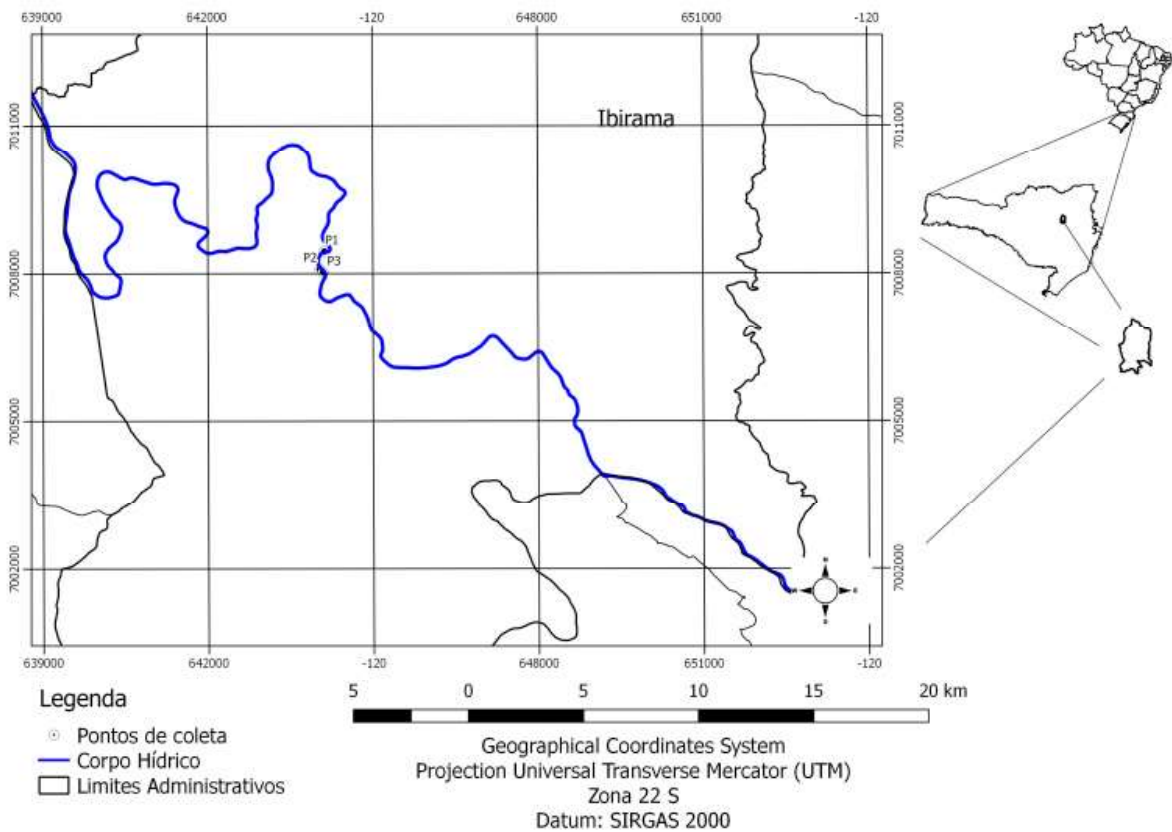


Figura 1. Localização dos pontos de coleta das amostras de água do rio Hercílio, Ibirama, SC.

Os pontos de amostragem foram assim denominados: ponto referencial localizado a 250 metros antes do lançamento do efluente tratado da região industrial (P_1), ponto de lançamento próximo à área de indústrias madeireiras (P_2) e ponto localizado a 250 m a jusante do lançamento do efluente da indústria madeireira (P_3) conforme sumarizado na Tabela 1. A respeito das classes de qualidade do curso d'água, o rio Hercílio enquadra-se como classe II segundo a Portaria nº 024/79, que rege o enquadramento dos cursos d'água do estado de Santa Catarina, classificando-os como classe I, II ou III.

Os resultados das análises físico-químicas foram avaliadas estatisticamente pela análise de variância (ANOVA), correlação de Spearman e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância com auxílio do programa Statistica para Windows, versão 7.0, Statsoft.

Tabela 1. Pontos de amostragem do Rio Hercílio no município de Ibirama-SC e respectivas coordenadas geográficas.

Pontos de Amostragem	Localização	Coordenadas Geográficas	
		Latitude	Longitude
P_1	Montante do lançamento do efluente tratado da região industrial	S 27°02'21"	W 49°32'42"
P_2	Lançamento de efluentes da indústria madeireira	S 27°02'30"	W 49°32'45"
P_3	Jusante do lançamento do efluente da indústria madeireira	S 27°02'34"	W 49°32'46"

Análises Físico-Químicas

O armazenamento e transporte das amostras foram realizados conforme regulamentado pela NBR 9898/1987. Os parâmetros físico-químicos foram determinados seguindo os procedimentos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da American Public Health Association (APHA, 2012) e International Organization for Standardization (ISO 11905-1, 1997). Os ensaios físico-químicos foram realizados por meio da determinação de oxigênio dissolvido-OD pelo método eletrométrico (Logen Scientific), pH por método eletrométrico (Hanna HI 3221), cor verdadeira (Hach DR/2010), turbidez (Hanna HI 93703), carbono orgânico total (Espectrofotômetro Macherey-Nagel, modelo Nanocolor VIS II), demanda bioquímica de oxigênio-DBO (Hach, Modelo HQ30D) e a quantificação de nitrato, nitrito, nitrogênio total e cianetos pelo método colorimétrico (Merck Spectroquant Multy) conforme sumarizado na tabela 2.

Os procedimentos foram realizados por meio da análise de 4 amostragens de água por ponto, coletadas no Rio Hercílio, no período de trinta dias em intervalos de sete dias no mês de abril de 2018. As amostras foram coletadas em frascos de vidro âmbar estéreis de 500 mL (Laborquim), sendo armazenadas em temperaturas entre 0-4° C por um período máximo de 6 horas no Laboratório de Qualidade das Águas e Abastecimento da Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC.

Tabela 2. Métodos utilizados na realização dos ensaios laboratoriais. EPA = Environmental Protection Agency, USA. SMEWW = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. ISO = International Organization for Standardization.

Parâmetro Analítico	Referência e Método
Cloreto Total (mg L ⁻¹)	⁽¹⁾ EPA 300.1
Carbono Orgânico Total (COT) (mg L ⁻¹ CO)	⁽²⁾ SMEWW 5310 D
Cianeto Total (mg L ⁻¹)	Colorimétrico
Condutividade (µS cm ⁻¹)	SMEWW – 2510 B
DBO ₅ (mg L ⁻¹)	SMEWW** – 5210 D
OD (mg L ⁻¹)	SMEEWW 4500-O A.
NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	APHA 4500- NO ₃ ⁻
NO ₂ ⁻ (mg L ⁻¹)	APHA 4500- NO ₂ ⁻
Nitrogênio Total (mg L ⁻¹)	DIN EN ⁽³⁾ ISO 11905-1
pH	SMEWW-4500H ⁺ .B
Turbidez (UNT)	SMEEWW 2130B

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 3 sumariza os valores médios de todas as análises da água do rio Hercílio apresentando seus respectivos valores médios quantitativos e desvio padrão comparativamente a resolução CONAMA 357/2005 e resolução CONAMA 430/2011. Neste sentido, todos os parâmetros relativos aos pontos amostrais atendem à legislação Conama 357/2011 e Conama 430/2011.

Os dados obtidos da tabela 3 foram estatisticamente avaliados por análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%, sendo que os parâmetros analisados não diferem entre si estatisticamente ($p < 0,05$).

A análise dos dados da tabela 3 para o parâmetro cloretos, evidencia valores médios compreendidos entre 7,61 e 13,19 mg L⁻¹, sendo referenciado, comparativamente a concentração de 250 mg L⁻¹ da resolução CONAMA 357/2005. A análise físico-química de cianetos denota valores inferiores a 0,005 mg L⁻¹ (conforme limite de quantificação), portanto em conformidade com a resolução CONAMA 430/2011 (0,005 mg L⁻¹).

Tabela 3. Resultados dos parâmetros analisados e obtidos nos pontos de amostragem do rio Hercílio, município de Ibirama durante o período de monitoramento (abril/2018). Valor Máximo Permitido (VMP) – Resolução Conama 357/2005 ⁽¹⁾ e 430/2011 ⁽²⁾. NE = Não especificado.

Parâmetro	Ponto P ₁	Ponto P ₂	Ponto P ₃	VMP Resolução Conama
Nitrato (mg L ⁻¹ NO ₂ ⁻)	3,76 ± 2,29	3,40 ± 1,34	3,63 ± 1,36	10,00 ⁽¹⁾
Nitrito (mg L ⁻¹ NO ₃ ⁻)	0,33 ± 0,58	0,33 ± 0,57	0,33 ± 0,58	1,00 ⁽¹⁾
Nitrogênio Total (mg L ⁻¹)	< 0,66 ± 0,29	< 1,43 ± 1,44	< 0,7 ± 0,1	até 3,70 ⁽¹⁾
Oxigênio Dissolvido (mg L ⁻¹)	5,94 ± 1,2	6,51 ± 1,06	6,07 ± 2,26	> 6,00 ⁽¹⁾
pH	5,33 ± 0,58	5,33 ± 0,57	5,66 ± 0,58	5,0 a 9,0 ⁽²⁾
Turbidez (UNT)	15,52 ± 5,59	15,88 ± 4,93	15,05 ± 4,68	até 400,0 ⁽¹⁾
Cloreto Total (mg L ⁻¹)	10,82 ± 1,17	10,99 ± 1,92	9,47 ± 1,64	250,00 ⁽¹⁾
Cianeto Livre (mg L ⁻¹)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	1,00 ⁽²⁾
Carbono Orgânico Total (mg L ⁻¹)	4,35 ± 0,88	5,39 ± 0,49	4,05 ± 0,85	NE
DBO (mg L ⁻¹)	< 4,00	< 4,00	< 4,00	120,00 ⁽²⁾
Cor Verdadeira (mg Pt L ⁻¹)	17,90 ± 4,18	24,93 ± 8,22	24,70 ± 9,12	até 75,00 ⁽¹⁾
Condutividade (µS cm ⁻¹)	62,47 ± 3,11	72,51 ± 4,88	65,16 ± 3,42	NE

Com relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), foram observadas ao longo de todos os pontos amostrais de monitoramento valores abaixo da preconizada na Resolução CONAMA 357/2005.

A concentração de oxigênio dissolvido foi mensurada com valores médios compreendidos entre (5,94–6,51 mg L⁻¹). Os valores obtidos indicam a presença significativa de matéria orgânica na água, portanto sugere-se um aumento na demanda de oxigênio por parte das bactérias e redução de oxigênio dissolvido na água (Ragassi et al., 2017).

Os dados demonstram que a turbidez mantém-se estável (15 UNT) em todos os pontos amostrais, com valores inferiores ao permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 (100 UNT). Contudo, do ponto de vista sanitário, o aumento da turbidez afeta esteticamente os corpos d'água e redução da penetração de luz (Liu et al., 2017). Nesta perspectiva, um aumento na turbidez da água ocorre, principalmente, devido a presença de sólidos em suspensão e de substâncias inorgânicas oriundas de resíduos domésticos e industriais (Lunelli et al., 2019). Da mesma maneira, o potencial hidrogeniônico (pH) não apresentou variação ao longo dos pontos amostrais (5,33-5,66), portanto acima do limite mínimo (pH = 5,0) estabelecido pela Resolução Conama 430/2011. Os testes estatísticos com o software ANOVA (p<0,05) mostraram que a localização dos pontos de amostragem não exerceu influência nos valores médios de pH.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, a faixa máxima estabelecida tanto para os parâmetros nitrogênio total e nitrito, apresentam valores inferiores a 5,0 mg L⁻¹. Neste sentido, a presença de

nitrito na água pode ter origem, tais como, rochas ígneas, fertilizantes utilizados na agricultura e decomposição de plantas e tecidos animais (Saha et al., 2017). Ainda, com o disposto na resolução CONAMA 357/2005, o valor máximo permitido para o parâmetro nitrito é de 10 mg L⁻¹. Todas as amostras apresentaram concentrações inferiores ao estabelecido pela resolução.

A quantificação de Carbono Orgânico Total (COT) consiste na medida direta do carbono orgânico, e não indiretamente pela medida de consumo de oxigênio, como por exemplo, a DBO e DQO. De acordo com as análises realizadas, verifica-se a não ocorrência de variações significativas entre os pontos amostrais estudados. Neste ínterim, o aumento de COT pode ser associado possivelmente ao processo de transformação da matéria-prima (toras) por meio da moagem da madeira, representando aumento na concentração de carbono orgânico neste ponto amostral, conforme apresentado na figura 2.

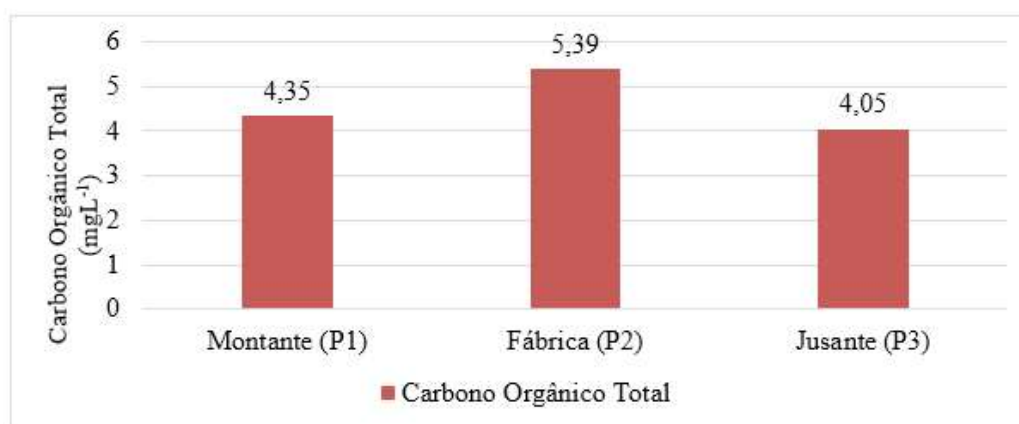


Figura 2. Valores médios da concentração de Carbono Orgânico Total (COT) nos respectivos pontos de amostragem.

Os dados deste estudo corroboram com os resultados obtidos por meio de simulação analítica no trecho do rio Iguaçu, situado no Estado do Paraná, PR, para as diferentes frações de matéria orgânica (Knapick et al., 2016). No trabalho citado, foi possível estabelecer diferença de intensidade entre a fração lábil e a fração refratária correspondente ao trecho com maior atividade antrópica no curso hídrico.

A relação DBO₅/COT indica a fração de carbono orgânico que é biodegradável. A relação média DBO₅/COT para águas de rios na República da Coreia (Han River, Nakdong River, Geum River, Yeongsan River) apresentou valores de 0,69; 0,66; 0,61 e 0,65, respectivamente (Lee et al., 2016). As relações DBO₅/COT, no presente estudo, compreendem os seguintes valores: 0,91 (ponto P1), 0,74 (ponto P2) e 0,98 (ponto P3). A pequena variação da relação DBO₅/COT entre os pontos amostrais pode ser um indicativo de que os teores de matéria orgânica presentes na água do rio Hercílio não variam consideravelmente. Bourgeois et al. (2001) ressaltam que o COT representa não apenas a fração biodegradável decorrente da poluição orgânica, mas também a fração não biodegradável em amostras de água. Portanto, o valor médio de COT para o ponto amostral P2 apresenta valor próximo ao reportado no estudo de rios na República da Coreia (Lee et al., 2016).

Galvão (2003) reporta que, o monitoramento da variação de concentração de carbono orgânico dissolvido via COT, permite estabelecer uma relação entre os valores de concentrações de carbono orgânico e inorgânico. Neste contexto, a geração de águas residuárias decorre diretamente da atividade relativa

à utilização de preservantes químicos na indústria de madeira. Da mesma maneira, sistemas de pintura e resinas que apresentam componentes tóxicos como compostos orgânicos alifáticos e aromáticos na sua composição, contribuem para o aumento da carga orgânica e tóxica nas águas residuárias geradas (Santos et al., 2010). Portanto, efluentes gerados pela indústria de madeira apresentam na sua mistura resinas melamina-formol, uréia-formol, formaldeído, extrativos de madeira e fragmentos de madeira sendo que muitos desses contaminantes são espécies bastante estáveis e resistentes à biodegradação (Souza et al., 2006).

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados apresentados, sugere-se que o ponto amostral próximo à área industrial apresenta valores mais pronunciados comparativamente a sua montante e jusante para os seguintes parâmetros analíticos: Carbono Orgânico Total, Turbidez e Oxigênio Dissolvido. Os resultados obtidos para o Carbono Orgânico Total ($5,39 \text{ mg L}^{-1}$) comparativamente a sua montante e jusante ($4,35 - 4,05 \text{ mg L}^{-1}$) apontam influência dos efluentes gerados pela indústria madeireira no local estudado. Neste aspecto, o conjunto das frações lábil e refratária constituintes do carbono orgânico total permite afirmar que ocorre uma deterioração da qualidade da água nesta localidade pela presença da atividade antrópica da indústria madeireira no ponto de amostragem analisado.

Não obstante, os valores obtidos na análise de turbidez neste estudo sugerem uma possível alteração dessa concentração no corpo d'água oriundo do processo de transformação da matéria-prima, mais especificamente a etapa de moagem da madeira e posterior carregamento fluvial dos fragmentos.

Portanto, considerando a intensa atividade urbana e industrial na bacia do rio Itajaí do Norte, deve ser ressaltado a importância para a continuidade do monitoramento da bacia hidrográfica do rio Hercílio e o estabelecimento de medidas mitigatórias e preventivas, como a proteção e reposição das áreas de preservação permanente, implantação de uma rede coletora bem como o controle dos efluentes industriais lançados no corpo hídrico visando assim à melhoria da qualidade da água do rio Hercílio.

REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1987. NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 22p.
- AMAVI, Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí. Município de Ibirama: Representatividade por atividade econômica. Disponível em: <<https://www.amavi.org.br/municipios-associados/economia/ibirama>>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- APHA, American Public Health Association. 2012. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington, DC, United States of America: American Public Health Association, 1496p.
- BALDISSERA, I. T.; ZAMPIERI, S. L.; BAMPI, D. 2012. Monitoramento da qualidade da água na microbacia Tarumanzinho em Águas Frias (SC), Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, 5(2):5-14.
- BORBA, F. H.; SOTTORIVA, P. R. S.; MÓDENES, A. N. 2008. Tratamento do efluente madeireiro por processo foto-Fenton. **Estudos Tecnológicos**, 4(1):12-20.
- BOURGEOIS, W.; BURGESS, J. E.; STUETZ, R. M. 2001. On-line monitoring of wastewater quality: a review. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology: International Research in Process, Environmental & Clean Technology**, 76(4):337-348.

BRASIL. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação de 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2019.

_____. Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA . Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 30 dez. 2019.

CARVALHO, C. F.; FERREIRA, A. L.; STAPELFELDT, F. 2004. Qualidade das águas do ribeirão Ubá-MG. **Revista Escola de Minas**. 57:165-172.

FADINI, P. S.; JARDIM, W. F.; GUIMARÃES, J. R. 2002. **Avaliação da carga de compostos orgânicos dissolvidos em esgotos brutos e efluentes de lagoas de estabilização**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 170p.

FATMA, Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente. Portaria nº 24/79, de 24 de setembro de 1979. Enquadra os cursos d'água do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Santa%20Catarina.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

FONTES, A. R.; LUCAS, A. A. T.; CARVALHO, M. E. S. 2017. Índice de qualidade da água na microbacia do rio Caiçá, no perímetro urbano de Simão Dias/SE. **Revista de Ciências Ambientais**, 11(2):51-60.

GALRÃO, D. D. S. 2003. **Preservação de efluentes para análise de Carbono orgânico dissolvido**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, 123p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades/Ibirama/SC. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/ibirama/panorama>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

DS/EN ISO, International Organization for Standardization. 1997. Water quality — Determination of nitrogen — Part 1: Method using oxidative digestion with peroxodisulfate. 1. ed. Berlin, German. Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:11905:-1:en>>. Acesso em: 25 mar.2020.

KIM, P. et al. 2017. Two-Step Thermochemical Process for Adding Value to Used Railroad Wood Ties and Reducing Environmental Impacts. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, 5(10):9485-9493.

KNAPIK, H. G.; FERNANDES, C. V. S.; AZEVEDO, J. 2016. Modelagem de carbono orgânico em rios urbanos: aplicabilidade para o planejamento e gestão de qualidade de água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 21(4):841-854.

LEE, J. et al. 2016. Relationships between water quality parameters in rivers and lakes: BOD₅, COD, NBOPs, and TOC. **Environmental Monitoring and Assessment**, 188(4):1-8.

LIU, J. et al. 2017. Change regularity of water quality parameters in leakage flow conditions and their relationship with iron release. **Water research**, 124:353-362.

LUNELLI, K. et al. 2019. Qualidade da água do rio dos Índios sob influência de atividades agroindustriais e de urbanização. **Revista Virtual de Química**, 11(4):1190-1202.

MALAJ, E. et al. 2014. Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 111(26):9549-9554.

MITROVIĆ, T. et al. 2019. Virtual water quality monitoring at inactive monitoring sites using Monte Carlo optimized artificial neural networks: a case study of Danube River (Serbia). **Science of the Total Environment**, 654:1000-1009.

MUCHINI, R. et al. 2018. Near real time water quality monitoring of Chivero and Manyame lakes of Zimbabwe. **IAHS**, 378:85-92.

OLIVEIRA, L. F.; OLIVEIRA, B. O. S.; LIMA, L. B. 2018. Avaliação da qualidade da água de três córregos na área urbana de Humaitá-AM. **Revista de Ciências Ambientais**, 12(3):25-33.

- QGIS Development Team. 2013. QGIS (Versão Las Palmas). Geographic Information System API Documentation. Open Source Geospatial Foundation Project Electronic document. Disponível em: <<http://doc.qgis.org/>>.
- RAGASSI, B.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; da SILVA JUNIOR, O. P. 2017. Monitoramento do oxigênio dissolvido no Córrego das Marrecas-SP como principal parâmetro de qualidade da água. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, 13(5):17-23.
- SAHA, J. K. et al. 2017. Soil and its role in the ecosystem. **Soil Pollution and Emerging Threat to Agriculture**, 1:11-36.
- SANTA CATARINA. Município de Ibirama. 2015. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/index.php/conhecasc/municipios-de-sc/ibirama>>. Acesso em: 28 dez. 2019.
- SANTOS, A. R. L. et al. 2010. Caracterização e tratabilidade biológica dos efluentes líquidos gerados em cabines de pintura de uma indústria moveleira. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 15(4):357-366.
- SANTOS, H. S. et al. 2018. Removal of toxic elements from wastewater generated in the decontamination of CCA-treated *Eucalyptus* sp. and *Pinus canadense* wood. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, 20(2):1299-1309.
- SCHREIR, G. C. et al. 1999. Total organic carbon as a screening method for petroleum hydrocarbons. **Chemosphere**, 39(3):503-510.
- SCOTT, A. B.; FROST, P. C. 2017. Monitoring water quality in Toronto's urban stormwater ponds: Assessing participation rates and data quality of water sampling by citizen scientists in the FreshWater Watch. **Science of the Total Environment**, 592:738-744.
- SOUZA, D. R. et al. 2006. Study of kinetic parameters related to the degradation of an industrial effluent using Fenton-like reactions. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, 179(3): 269-275.
- SREMAČKI, M. et al. 2020. Comprehensive environmental monitoring and assessment of protected wetland and lake water quality in Croatia and Serbia. **Environmental Monitoring and Assessment**, 192(3):1-11.
- STADLER, K. et al. 2009. Análise do processo produtivo e geração de resíduos em uma indústria de painéis compensados. **ACTA Ambiental Catarinense**, 6(1):45-53.
- VON SPERLING, M. 2005. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 452p.
- VOULGARIDIS, E.; GRIGORIOUS, A.; PASSIALIS, C. 1985. Investigation on bark extractives of *Pinus halepensis* Mill. **Holz als Roh – und Werkstoff**, 43:269–272.