



## ANÁLISE DE METAIS DAS ÁGUAS E SEDIMENTOS COLETADOS NO RIO CACHOEIRA (JOINVILLE-SC)

### ANALYSIS OF METALS FROM WATER AND SEDIMENTS COLLECTED IN THE RIO CACHOEIRA (JOINVILLE-SC)

Aline Scheller Coan<sup>1\*</sup>; Therezinha Maria Novais de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Mestrado em Saúde e Meio Ambiente da UNIVILLE.

\*e-mail: [alinescheller@univille.br](mailto:alinescheller@univille.br)

Citação: COAN, A. S.; & OLIVEIRA, T. M. N.  
(2026). Análise de metais das águas e  
sedimentos coletados no Rio Cachoeira  
(Joinville-SC). Revista Brasileira de  
Engenharia de Pesca, 17(1), 510-523.  
<https://doi.org/10.18817/repesca.v17i1.1993>

Recebido: 09 July 2019

Revisado: 24 December 2026

Aceito: 21 August 2026

Publicado: 23 August 2026



Copyright: © 2026 by the authors.

This article is an open access article  
distributed under the terms and conditions  
of the Creative Commons Attribution (CC  
BY) license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

#### Resumo

O crescimento e a ocupação de uma cidade podem fazer com que as paisagens e ecossistemas mudem drasticamente. A utilização inadequada dos recursos naturais e a ocupação irregular dos espaços destroem aspectos que contribuiriam com a qualidade de vida da população, tais como as nascentes, rios e riachos de uma cidade. Os rios urbanos no Brasil, historicamente acabaram se tornando um problema devido ao mal-uso: sujos, malcheirosos, fontes de proliferação de todo tipo de agentes causadores de doenças e multiplicadores de doenças. No entanto, pouco monitoramento da qualidade das águas superficiais desses rios no Brasil tem sido realizado, limitando-se a alguns parâmetros, sem o conhecimento do grau de toxicidade destes recursos hídricos. Portanto, o objetivo deste estudo foi realizar a avaliação ambiental das águas e sedimento do Rio Cachoeira, importante rio urbano, totalmente inserido no município de Joinville, tendo sua foz no estuário Baía da Babitonga que abriga uma vasta biodiversidade. Para tanto, ao longo do rio foram estabelecidos três pontos amostrais, da nascente até a foz, neles foram realizadas 4 amostragens de água e sedimento, uma em cada estação do ano, de janeiro a novembro. As amostras de água e sedimento foram avaliadas quanto aos parâmetros físico-químicos de pH, temperatura, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e metais. Os resultados mostraram que os parâmetros físico-químicos atendem ao disposto na resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe II, com exceção para o oxigênio dissolvido que apresentou valores abaixo de 5mg/L em todos os pontos de amostragem durante o período avaliado. Assim, este trabalho evidencia que o rio Cachoeira já apresenta efeitos tóxicos aos organismos testados, ainda que crônicos e de menor grau, o

que coloca em risco a manutenção adequada daquele ecossistema.

*Palavras-chaves: Avaliação ambiental; Toxicologia; Bioensaios; Análise de metais.*

### **Abstract**

The growth and occupation of a city can make landscapes and ecosystems change drastically. The inadequate use of natural resources and the irregular occupation of spaces destroy aspects that would contribute to the quality of life of the population, such as the springs, rivers and streams of a city. Urban rivers in Brazil have historically become a problem due to misuse: dirty, smelly, sources of proliferation of all kinds of agents that cause disease and multipliers of diseases. However, little monitoring of the surface water quality of these rivers in Brazil has been carried out, being limited to some parameters, without the knowledge of the degree of toxicity of these water resources. Therefore, the objective of this study was to carry out the environmental assessment of the waters and sediment of Rio Cachoeira, an important urban river, totally inserted in the municipality of Joinville, and its mouth in the Baía da Babitonga estuary, which shelters a vast biodiversity. To do so, three sampling points were established along the river, from the source to the mouth, in which 4 water and sediment samples were taken, one in each season of the year, from January to November. The water and sediment samples were evaluated for the physico-chemical parameters of pH, temperature, turbidity, electrical conductivity, dissolved oxygen and metals. The presence and concentrations of heavy metals in fish tissues collected in the Cachoeira river were also quantified in areas covered by points 1, 2 and 3, identifying the presence of Pb, Cr and Zn at point 1 (sediment), only Zn at point 2 (sediment) and Pb, Cu, Cr, Zn and Ni at point 3 also for sediment. In the fish samples a greater accumulation of metals in the liver was identified, being more concentrated in point 3. The results showed that the physicochemical parameters comply with the provisions of CONAMA Resolution 357/2005 for Class II rivers, except for dissolved oxygen which presented values below 5mg / L at all sampling points during the evaluated period. Thus, this work shows that the Cachoeira River already presents toxic effects to the organisms tested, although chronic and of lower degree, which puts at risk the adequate maintenance of that ecosystem.

*Keywords: Environmental assessment, Toxicology, Bioassays, Metal analysis.*



## Introdução

A qualidade dos corpos hídricos tem sido muito alterada nas últimas décadas. Dado este, desencadeado pela diversidade dos diversos usos da água pelo homem, o uso inadequado e a precariedade nos sistemas e controle de poluição destes recursos, os quais acarretaram degradação ambiental e diminuição considerável na disponibilidade de água de boa qualidade.

O municíio de Joinville possui mais de 580 mil habitantes, segundo dados IBGE (2017), sendo o município mais populoso de Santa Catarina, sede de empresas de diversos segmentos e grandes multinacionais, tendo como principais rios, o Rio Cachoeira e Rio Cubatão, e possuindo 23 bacias hidrográficas, dentre elas a Bacia do Rio Cachoeira, em destaque neste estudo.

A Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC) está totalmente inserida no município de Joinville. A região das nascentes do Rio Cachoeira localiza-se no bairro Costa e Silva, nas proximidades da Rua Rui Barbosa e Estrada dos Suíços com a BR 101. Com 14,9 km de extensão, o Rio recebe a contribuição de vários afluentes, passando pela área central da cidade, onde historicamente nos seus 168 anos têm sofrido impactos, indo desaguar na Lagoa do Saguaçu, continuando na Baía da Babitonga, importante complexo estuarino da região (RIBEIRO & OLIVEIRA, 2014).

O Rio Cachoeira é um dos maiores símbolos da cidade Joinville, ligado a história de desenvolvimento do município. Foi à sua margem que, em 1851, desembarcaram imigrantes suíços, alemães, noruegueses e outros, iniciando a colonização e a fundação de Joinville, maior cidade de Santa Catarina (ALMEIDA, 1999).

Ainda segundo Almeida (1999), os primeiros sinais de poluição no rio Cachoeira são antigos e remontam ao ano de 1877. No início do século, o Cachoeira ainda possuía águas limpas e era possível tirar dele várias espécies de peixes. Nas primeiras décadas deste século, eram comuns, também, os banhos públicos. Foi só a partir da década de 30, quando o porto de Joinville estava com excesso de movimento, que o rio Cachoeira começou a ser explorado como meio de escoamento da produção de madeira e dos produtos do Moinho de Trigo. Essa movimentação durou pelas duas décadas seguintes, porém, ainda era possível pescar e tomar banho no rio Cachoeira.

Conforme dados da NSC (2018), a rede de coleta de esgotos domésticos atinge apenas 34% da área da bacia, e os efluentes domésticos gerados no restante da bacia são despejados na rede de drenagem pluvial, contaminando córregos e rios, além disto, pequenas e médias indústrias distribuídas em toda a bacia e que não possuem estação de tratamento de efluentes adequados a legislação vigente são também responsáveis por parte da poluição química do Rio Cachoeira.

Assim sendo, este trabalho se propõe realizar um estudo e aprofundar os conhecimentos sobre as águas e sedimento do Rio Cachoeira por meio de ensaios físico-químicos e análises de metais como contribuição para medidas de controle de poluição e saúde ambiental deste ecossistema.



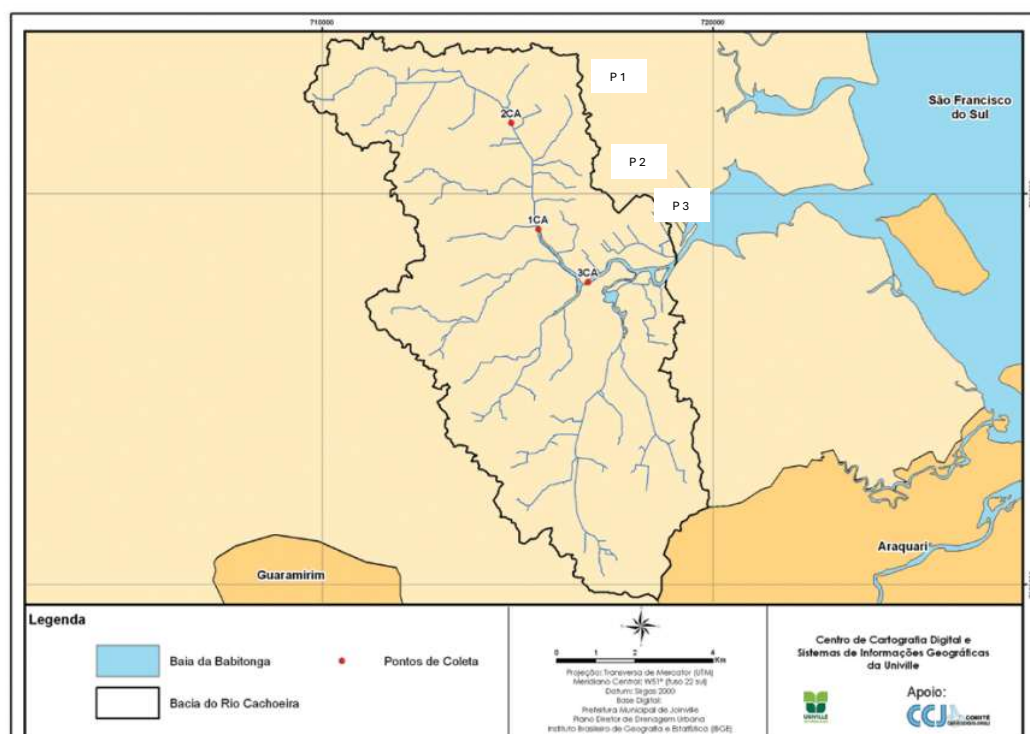
## Material e Métodos

### Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC), alvo de estudo desta pesquisa, está totalmente inserida no município de Joinville, representa 7% da área total do município e abriga 49% da população do município de Joinville. Os estudos do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) indicam que a BHRC é composta por 53 sub-bacias, sendo que as três maiores sub-bacias, a do Itaum-Açú, do Bucarein e do Jaguarão, estão localizadas no quadrante sul da bacia hidrográfica e totalizam mais de 50% de sua área total. A Figura 7 apresenta a localização da BHRC.

Os pontos amostrais, Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3, foram geograficamente pré-determinados, e tiveram como critérios de inclusão: i) a equidistância entre os pontos; ii) o uso e a ocupação do solo no local; iii) facilidade de acesso; e iv) existência de dados já publicados.

Assim, os três pontos de coletas foram: o Ponto 1 na nascente do Rio Cachoeira, o Ponto 2, à montante da ponte localizada entre a Rua Coelho Neto e Rua Marcos Welmuth e o ponto 3 na Ponte do trabalhador, Rua Graciliano Ramos. A figura 1 apresenta a localização dos pontos.



**Figura 1.** Localização dos pontos de coleta na bacia do Rio Cachoeira.

Fonte: CCJ (2017).

### Amostragem

A amostragem foi realizada em datas distintas durante as 4 estações do ano (verão, outono, inverno e primavera), para a posterior análise da água, totalizando 24 amostras (Tabela 1). A coleta dos peixes foi realizada para todos os pontos amostrais na estação do verão, para a posterior análise da amostra.



**Tabela 1.** Periodicidade das amostragens no rio Cachoeira para os três pontos de coleta.

| Estações do Ano | Data da amostragem |
|-----------------|--------------------|
| Verão           | 16/01/2018         |
| Outono          | 20/04/2018         |
| Inverno         | 17/07/2018         |
| Primavera       | 06/11/2018         |

Fonte: Elaborado pelos autores.

As amostras de águas foram coletadas seguindo a NBR 9897 (1987) por meio do equipamento Garrafa de Van Dorn, sendo amostras superficiais no meio do leito do rio e armazenada em garrafa de plástico leitoso transparente estéril, sendo coletado um volume de 5 litros para cada ponto, onde foram utilizados 3 litros para realização dos ensaios de toxicologia, 1 litro para análise de metais e 1 litro deixado como reserva. Já as amostras de sedimentos foram coletadas através da draga, sendo coletados no meio do leito do rio e armazenada em sacos plásticos zip, com um volume aproximado de 2 Kg, que passou pelo processo de solubilização e foram utilizados para análises e ensaios.

Os parâmetros de oxigênio dissolvido, pH, temperatura e condutividade, com o auxílio do multiparâmetro da marca Consort e modelo C535, para água foram analisados no momento da coleta e para sedimento após a obtenção do solubilizado.

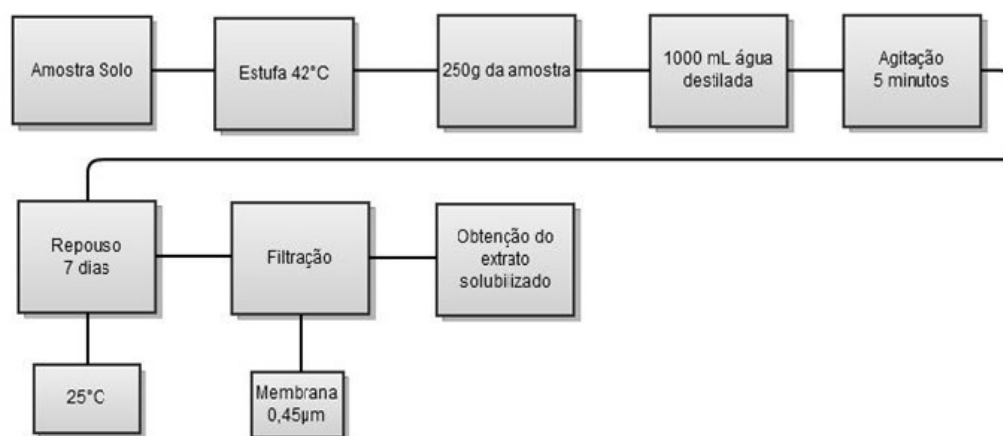
As amostras coletadas ficaram resfriadas até a chegada ao Laboratório de Ecotoxicologia, localizado na Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, onde foram armazenadas em congelador, com temperatura média de -6°C. Os resultados das análises foram comparados com a Resolução nº 357/2005 do CONAMA para água doce de classe II.

#### ***Preparo da água e sedimento***

As amostras de água não precisaram passar por nenhum procedimento de preparo após coleta, apenas ficaram resfriadas até a chegada ao Laboratório e foram armazenadas em congelador, com temperatura média de -6°C, para realização das análises.

As amostras de sedimentos passaram por procedimento de preparo, sendo necessário a realização da obtenção do extrato solubilizado, seguindo a NBR 1006/2004 da ABNT, conforme Figura 2.





**Figura 2.** Fluxograma amostral do procedimento de obtenção do extrato solubilizado.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Secou-se a amostra a uma temperatura de até 42°C, por 24h, utilizando uma estufa com circulação forçada de ar e exaustão para determinar a percentagem de umidade. Após pesou-se 250 gramas do resíduo seco e condicionados em frasco béquer de 1500 mL. Adicionou-se a cada recipiente 1000 mL de água destilada e agitaram-se as amostras com bastão de vidro, em baixa velocidade, por cinco minutos. Os frascos foram tampados e deixados em repouso por sete dias a 25°C. Após este período, filtraram-se as amostras em sistema de filtração a vácuo guarnecido com filtro de fibra de vidro isento de resina com porosidade de 0,45 µm de porosidade e determinado o pH do extrato solubilizado. Preservou-se o filtrado de acordo com a ABNT NBR 15469, conforme Figura 3.



**Figura 3.** Sedimento do Rio Cachoeira (A), solubilizado do sedimento (B) e solubilizado filtrado dos pontos 1, 2 e 3.

Fonte: Elaborado pelos autores.

## Resultados e Discussão

### *Parâmetros físico-químicos da água do rio cachoeira*

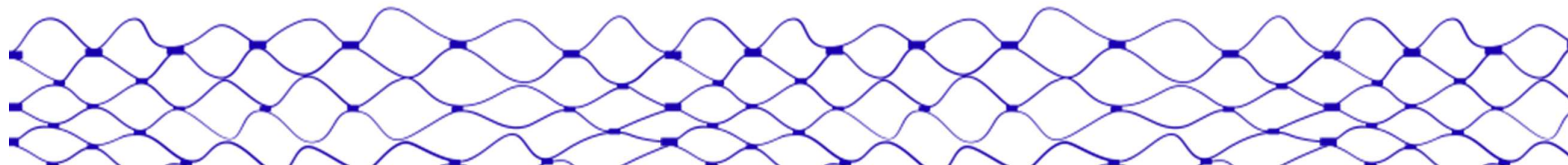
Os valores encontrados para os parâmetros físico-químicos analisados (Tabela 2) foram comparados pela Resolução CONAMA nº 357/05 para água doce de classe II (enquadramento atual do Rio Cachoeira) e encontram-se na maioria dentro dos padrões estabelecidos para a manutenção da qualidade da água desta classe de rio. A Tabela 2 apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos analisados em 03 pontos amostrais na sub-bacia hidrográfica do Rio Cachoeira para amostras de água de extrato solubilizado do sedimento.

**Tabela 2.** Valores dos parâmetros físico-químicos das águas e sedimento do rio Cachoeira: condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e temperatura, seguidos da média e desvio padrão.

| Ponto Amostral                           | Data              | Condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ) | pH                               | Oxigênio Dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) | Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
|------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| Ponto 1<br>Água                          | Janeiro, 2018     | 34,85                                            | 6,87                             | 1,80                                       | 24,00                              |
|                                          | Abril, 2018       | 33,45                                            | 7,01                             | 1,70                                       | 22,00                              |
|                                          | Julho, 2018       | 42,00                                            | 6,90                             | 1,17                                       | 22,10                              |
|                                          | Novembro, 2018    | 21,00                                            | 6,56                             | 0,37                                       | 23,85                              |
|                                          | <b>Média e DP</b> | <b>32,83<math>\pm</math>8,73</b>                 | <b>6,843<math>\pm</math>0,19</b> | <b>1,26 <math>\pm</math>0,65</b>           | <b>22,99<math>\pm</math>1,09</b>   |
| Ponto 1'<br>Solubilizado<br>do sedimento | Janeiro, 2018     | 59,65                                            | 6,36                             | 1,67                                       | 23,00                              |
|                                          | Abril, 2018       | 41,00                                            | 6,36                             | 2,10                                       | 24,00                              |
|                                          | Julho, 2018       | 69,00                                            | 6,82                             | 1,21                                       | 22,30                              |
|                                          | Novembro, 2018    | 35,00                                            | 6,88                             | 0,50                                       | 24,00                              |
|                                          | <b>Média e DP</b> | <b>51,16<math>\pm</math>15,86</b>                | <b>6,61<math>\pm</math>0,28</b>  | <b>1,37<math>\pm</math>0,68</b>            | <b>23,33<math>\pm</math>0,83</b>   |
| Ponto 2<br>Água                          | Janeiro, 2018     | 201,50                                           | 7,20                             | 1,62                                       | 24,00                              |
|                                          | Abril, 2018       | 294,00                                           | 7,24                             | 1,40                                       | 22,10                              |
|                                          | Julho, 2018       | 117,00                                           | 6,99                             | 0,53                                       | 22,10                              |
|                                          | Novembro, 2018    | 190,00                                           | 6,95                             | 0,43                                       | 24,00                              |
|                                          | <b>Média e DP</b> | <b>200,63<math>\pm</math>72,63</b>               | <b>7,10<math>\pm</math>0,15</b>  | <b>1,00<math>\pm</math>0,60</b>            | <b>23,05<math>\pm</math>1,10</b>   |
| Ponto 2'<br>Solubilizado<br>do sedimento | Janeiro, 2018     | 179,30                                           | 5,90                             | 1,80                                       | 20,00                              |
|                                          | Abril, 2018       | 273,50                                           | 6,91                             | 1,80                                       | 22,70                              |
|                                          | Julho, 2018       | 179,00                                           | 7,07                             | 0,80                                       | 22,10                              |
|                                          | Novembro, 2018    | 141,20                                           | 6,33                             | 0,42                                       | 24,04                              |
|                                          | <b>Média e DP</b> | <b>193,25<math>\pm</math>56,41</b>               | <b>6,55<math>\pm</math> 0,54</b> | <b>1,21<math>\pm</math>0,70</b>            | <b>22,21<math>\pm</math>1,68</b>   |
| Ponto 3<br>Água                          | Janeiro, 2018     | 640,50                                           | 7,18                             | 1,41                                       | 25,30                              |
|                                          | Abril, 2018       | 356,00                                           | 7,52                             | 1,80                                       | 21,30                              |
|                                          | Julho, 2018       | 425,00                                           | 7,87                             | 2,11                                       | 21,30                              |
|                                          | Novembro, 2018    | 580,00                                           | 7,04                             | 4,80                                       | 24,60                              |
|                                          | <b>Média e DP</b> | <b>500,38<math>\pm</math>132,29</b>              | <b>7,40<math>\pm</math>0,37</b>  | <b>2,78<math>\pm</math>2,03</b>            | <b>23,13<math>\pm</math>2,13</b>   |
| Ponto 3'<br>Solubilizado<br>do sedimento | Janeiro, 2018     | 265,00                                           | 7,20                             | 1,22                                       | 21,50                              |
|                                          | Abril, 2018       | 152,00                                           | 7,50                             | 1,70                                       | 24,00                              |
|                                          | Julho, 2018       | 162,00                                           | 7,43                             | 0,83                                       | 22,60                              |
|                                          | Novembro, 2018    | 250,00                                           | 6,96                             | 0,14                                       | 23,48                              |
|                                          | <b>Média e DP</b> | <b>207,25<math>\pm</math>58,49</b>               | <b>7,27<math>\pm</math>0,24</b>  | <b>0,97<math>\pm</math>0,66</b>            | <b>22,90<math>\pm</math>1,09</b>   |

Fonte: Elaborado pelos autores.

A variação espacial da condutividade esteve entre o valor médio de 32,83  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  no Ponto 1 a 500,38  $\mu\text{S.cm}^{-1}$  no Ponto 3, apresentando o maior valor médio em relação aos demais pontos. O aumento da condutividade dá-se da montante (Ponto 1) a jusante (Ponto 3), significando que os valores mais elevados são possivelmente devidos a presença de efluentes domésticos e industriais lançados ao longo do Rio Cachoeira, onde podem ter provocado este aumento, bem como a influência da maré, em especial no ponto 3, conseqüentemente, aumentando a quantidade de íons nela dissolvidos (VILLA, 2005 & BOTELHO, 2013).



Não existe um padrão de condutividade na legislação, porém de acordo com Von Sperling (2007), as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100  $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ , e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000  $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ .

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/05 os valores permitidos para a manutenção da qualidade deste rio (Classe II) não devem estar inferiores a 5  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$  para oxigênio dissolvido. Em todos os pontos amostrais, os valores apresentaram-se com oxigênio dissolvido abaixo do valor referido pela resolução.

Para oxigênio dissolvido, a média dos valores em todos os pontos amostrais estão abaixo do valor descrito pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios de classe II, evidenciando a presença de atividade consumidora de oxigênio nos pontos amostrais do rio Cachoeira.

A variação espacial da OD esteve entre o valor médio de 1  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$  no Ponto 2 a 2,78  $\text{mg}.\text{L}^{-1}$  no Ponto 3, apresentando o maior valor médio em relação aos demais pontos. De acordo com a figura 27. (A), o aumento da condutividade foi menor no ponto 2, onde o despejo de matéria orgânica é visível, e maior no ponto 3 onde segundo Macêdo et al. (2000) as maiores concentrações de oxigênio dissolvido são obtidos nas áreas de maior influência salina, influenciados pelos ciclos de marés, como ocorre neste ponto.

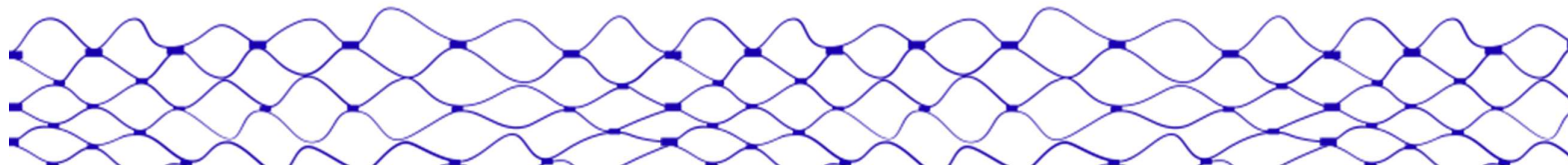
Segundo Minella (2005), as quedas significativas nas concentrações de oxigênio dissolvido são provocadas por despejos principalmente de origem orgânica. Este parâmetro é um indicativo da conservação do ambiente, relacionado com a condição de uso e ocupação da bacia.

A variação espacial e temporal para o pH no rio Cachoeira demonstra para todos os pontos, valores médios estão dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para classe II do rio com valores na faixa de 6,0 a 9,0.

A variação espacial do pH esteve entre o valor médio de 6,84 no Ponto 1 a 7,40 no Ponto 3, apresentando o maior valor médio em relação aos demais pontos, ocorrendo padrão de distribuição, com maiores valores de pH (7,4) ocorrendo na mare de maior salinidade (Ponto 3) e menores valores para a maré de menor salinidade (ponto 1). O pH pode ser considerado uma das variáveis ambientais mais importantes e complexas de se interpretar, devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo. Os valores de pH são influenciados pelos ciclos de marés e taxas de fotossíntese e/ou respiração, entretanto a capacidade de neutralização existente no ecossistema aquático devido ao efeito buffer (tampão) impede que ocorram amplas variações do pH, e os valores máximos são obtidos nas áreas de maior influência salina (MACÊDO; FLORES-MONTES; LINS, 2000).

Segundo MINELLA (2005) a variação do pH pode ocorrer naturalmente na presença de ácidos carbônicos e húmicos dissolvidos, porém grandes alterações provêm de despejos industriais e águas residuais. O pH da água também indicou valores máximo de 7,87 (julho) (Figura 28.B).

Na Resolução nº 357 CONAMA (2005), não constam os valores limites para o parâmetro físico-químico temperatura, porém é de conhecimento que este





parâmetro é de extrema importância em avaliações de ambientes aquáticos, por refletir as variações sazonais (TOMAZELA, 2008).

A temperatura das amostras teve os valores distribuídos entre 20°C e 25,30°C. A temperatura variou de forma similar nos pontos amostrais, com valores mais baixos durante o período correspondente aos meses de inverno e relativamente mais altos durante o período de verão.

A tabela de maré mostra um aumento da altura da maré nos meses de janeiro e novembro, onde o período de precipitação é maior, assim como a temperatura da água aumentou devido a sazonalidade. As coletas foram todas realizadas em período enchente, conforme mostra a tabela 3.

**Tabela 3.** Tabela da altura da maré e período do rio Cachoeira para os três pontos de coleta.

| Data da amostragem | Tabela de Maré (m) | Período  |
|--------------------|--------------------|----------|
| Janeiro            | 1,7                | Enchente |
| Abril              | 1,3                | Enchente |
| Julho              | 1,3                | Enchente |
| Novembro           | 1,6                | Enchente |

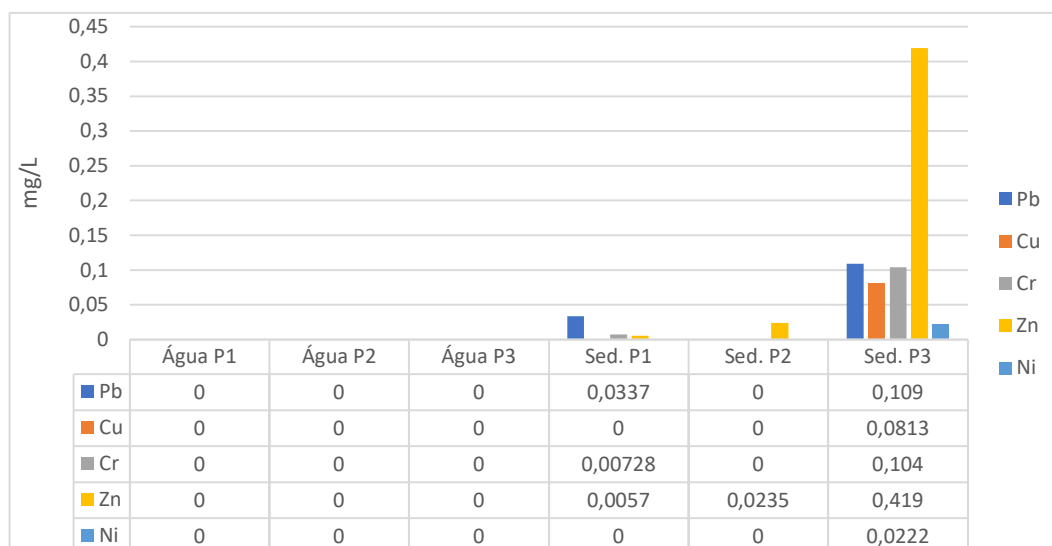
Fonte: Elaborado pelos autores.

A distribuição dos valores para o parâmetro temperatura mostra a influência da variação sazonal e atmosférica (TOMAZELA, 2008), sendo que este comportamento de oscilação ocorre naturalmente de acordo com a variação da temperatura do ar, sendo influenciada também pela latitude, altitude, estações do ano, período do dia, vazão e profundidade (MINELLA, 2005).

#### **Análise de metais pesados**

As concentrações de Pb, Cu, Cr, Zn e Ni na água não se diferenciaram entre os pontos amostrais de água, estando abaixo do limite de detecção utilizado para análise e para a legislação. Por outro lado, para as amostras de solubilizado do sedimento foi possível identificar e quantificar a presença de Pb, Cr e Zn no ponto 1, somente Zn no ponto 2 e Pb, Cu, Cr, Zn e Ni no ponto 3, sendo o Zn encontrado em maior quantidade, conforme apresenta a Figura 5.





**Figura 5.** Metais pesados avaliados nas amostras de sedimento para os Pontos 1, 2 e 3.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo a tabela 4, referente ao CONAMA 454/2011, que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional, foi possível verificar que no ponto 3, todos os metais analisados ultrapassaram o limite de metais permitido.

**Tabela 4.** Concentração média dos metais pesados na água (mg.L<sup>-1</sup>), com os limites de referência e valores do ponto 3.

|                       | Pb    | Cu     | Cr     | Zn    | Ni     |
|-----------------------|-------|--------|--------|-------|--------|
| <b>Limites</b>        | 0,035 | 0,0357 | 0,0357 | 0,123 | 0,018  |
| <b>Ponto 3 (mg/L)</b> | 0,109 | 0,0813 | 0,104  | 0,419 | 0,0222 |

Nota: Limites estabelecidos pelo CONAMA, resolução nº 454, de 01 de novembro de 2010.

No ponto 3, vários fatores podem ter contribuídos para essa maior concentração de metais, como ações antropogênicas, estações climáticas, variáveis ambientais da água e geologia local (declividade). A declividade, dada pela razão entre a distância horizontal a e a distância longitudinal percorrida do rio é maior entre os pontos 1 e 2 (0,03 m/m) do que entre o ponto 3 (não há declividade), conforme mostra Figura 6.



**Figura 6.** Perfil de elevação do Rio Cachoeira.

Fonte: FRANÇO, 2013.

Segundo Sperling (2007) o aumento da declividade é um dos fatores que contribui para o aumento da vazão e consequentemente para o aumento da

velocidade do rio, diminuindo o tempo de detenção das partículas e dificultando a sua deposição. Também deve-se considerar que a largura do rio a qual tem influência sobre a velocidade da água. Foi observado que a largura do rio aumenta consideravelmente ao longo do seu percurso. O trecho do rio onde há aumento da largura do rio, declividade nula, e maior profundidade (ponto 3), torna-se assim de acordo com Sperling (2007) um ambiente propício a sedimentação, ocorrendo maior concentração dos metais nesse ponto.

Com os dados das análises de metais, foi possível verificar que em quase todas as amostras de peixe apresentaram concentração de Pb, Cu, Cr, Zn e Ni acima do limite permitido pela legislação brasileira (tabela 5), para todos os pontos coletados e nos órgãos analisados (Tecido, Fígado e Brânquias).

**Tabela 5.** Concentração média dos metais pesados nos peixes (mg.kg<sup>-1</sup>), com os limites de referência.

|                | <b>Pb</b> | <b>Cu</b> | <b>Cr</b> | <b>Zn</b> | <b>Ni</b> |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Limites</b> | 2,0       | 30,0      | 0,1       | 50,0      | 5         |

Nota: Limites estabelecidos por BRASIL, Decreto nº55.871, de 26 de março de 1965.

Nas figuras a seguir, são apresentados os valores das concentrações médias com limite estabelecido por BRASIL (1965), mensurados para cada metal analisado em todas as amostras de peixes coletadas.

### **Conclusão**

A partir dos resultados obtidos na realização deste trabalho, podem-se inferir as seguintes conclusões: A) O aumento da condutividade dá-se de montante (Ponto 1) a jusante (Ponto 3), significando que os valores mais elevados são possivelmente devidos ao despejo de efluentes domésticos e às atividades industriais em torno do Rio Cachoeira, que provocaram a contaminação da água e, conseqüentemente, um aumento da quantidade de íons nela dissolvidos; e B) As concentrações de Pb, Cu, Cr, Zn e Ni na água não se diferenciaram entre os pontos amostrais de água, estando abaixo do limite de detecção utilizado para análise. Por outro lado, para as amostras de solubilizado do sedimento foi possível identificar e quantificar a presença de Pb, Cr e Zn no ponto 1, somente Zn no ponto 2 e Pb, Cu, Cr, Zn e Ni no ponto 3, sendo o Zn encontrado em maior quantidade.

Em trabalhos futuros, recomenda-se adicionar outros pontos de monitoramento ao longo dessa, além dos pontos existentes, para que seja possível aumentar a base de dados e informações sobre a qualidade do corpo hídrico.

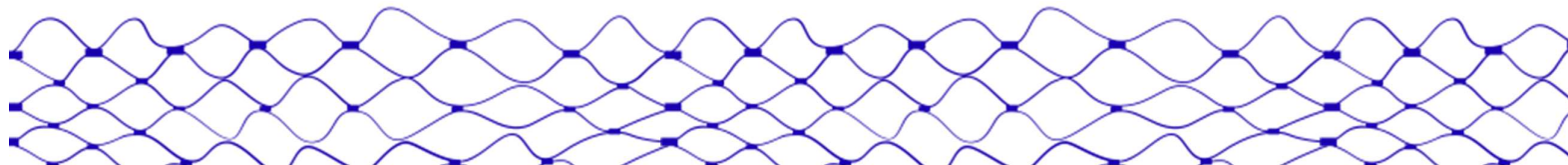
Concluindo assim, a importância do monitoramento das águas do rio Cachoeira e dos demais rios por parte dos órgãos ambientais, uma vez que reflete diretamente na qualidade dos recursos hídricos, e tem como reflexo o direto à saúde da população usuária deste recurso.

### **Referências Bibliográficas**

ALMEIDA, S. O Cachoeira está menos poluído. Jornal Anotícia. 17/01/1999. Disponível em: <http://www1.an.com.br/1999/jan/17/ocid.htm> Acesso em 17/01/2019.

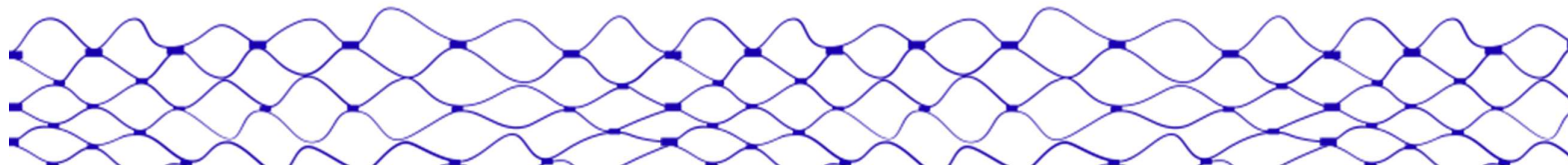


- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 14 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 6 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.469: Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 16 p.
- ATLI, G.; CANLI, M. Response of antioxidant system of freshwater fish *Oreochromis niloticus* to acute and chronic metal (Cd, Cu, Cr, Zn, Fe) exposures. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73: 1884-1889. 2010.
- BARROS, M.A.S.D.de. Capítulo I – O elemento cromo e suas características. Disponível em: <http://www.icp.csic.es/cyted/Monografias/MonografiasTeneria/capituloI.pdf> Acesso em: 10/11/18.
- BILANDZIC, N.; DOKIC, M.; SEDA, M. Metal content determination in four fish species from the Adriatic Sea. *Food Chemistry*, v. 124, p. 1005-1010, 2011.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357 - 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, 2005.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Decreto 55.871 de 26 de março de 1965. *Diário Oficial da União*: Brasília, 1965 (09 de abril de 1965).
- CANLI, M.; ATLI, G. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*, v. 121, p. 129–136, 2003.
- CCJ. Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas dos rios Cubatão e Cachoeira. Disponível em: < <http://www.cubataojoinville.org.br/index.php?site=home> Acesso em: 19 junho de 2017.
- CETESB. FIT – Ficha de Informação Toxicológica – Chumbo e seus compostos – Janeiro de 2012.
- CETESB. FIT – Ficha de Informação Toxicológica – Cobre – Janeiro de 2012.
- CETESB. FIT – Ficha de Informação Toxicológica – Crômio e seus compostos – Janeiro de 2012.
- CETESB. FIT – Ficha de Informação Toxicológica – Níquel e seus compostos – Janeiro de 2012.
- CETESB. FIT – Ficha de Informação Toxicológica – Zinco – Janeiro de 2012.
- CESTARI, M. M.; LEMOS, P. M. M.; RIBEIRO, C. A. O.; COSTA, J. R. M. A.; PELLETIER, E. Genetic damage induced by trophic doses of lead in the neotropical fish *Hoplias malabaricus* (Characiformes, Erythrinidae) as revealed by the comet assay and chromosomal aberrations. *Genetics and Molecular Biology*, v. 27, n. 2, p. 270-274, 2004.
- COSTA, J. A. V. Geoquímica dos lateritos auríferos do Morro da Mina – Cassiporé (Amapá). 1992. 119 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Belém, 1992.
- DUARTE, PASQUAL - Avaliação do Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) - Energia na Agricultura. vol. 15, n. 1, 2000.
- IBGE. Censo Demográfico 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: 20 março de 2017.





- IKEM, A.; EGIEBOR, N. O.; NYAVOR, K. Trace elements in water, fish and sediment from Tuskegee Lake, Southeastern USA. *Water, Air and Soil Pollution*, v. 149, p. 51-75, 2003.
- JEZIERSKA, B.; ŁUGOWSKA, K.; WITESKA, M. The effects of heavy metals on embryonic development of fish (a review). *Fish Physiology Biochemistry*, v. 35, p. 625-640, 2009.
- KALAY, M.; CANLI, M. Elimination of Essential (Cu, Zn) and Non-Essential (Cd, Pb) Metals from Tissues of a Freshwater Fish *Tilapia zilli*. *Turkish Journal of Zoology*, v. 24, p. 429-436, 2000.
- LARSON, K. A.; WEINCEK, J. M., Mercury removal from aqueous streams utilizing micro emulsion liquid membranes. *Environmental Progress*, v. 11, n. 2, p. 456-464, 1994.
- LIMA, D.P. Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da bacia do rio cassiporé, estado do amapá, Amazônia, Brasil. Macapá, 2013.
- MACÊDO, S. J.; MUNIZ, K.; FLORESMONTES, M. J. Hidrologia da região costeira e plataforma continental do estado de Pernambuco, p. 255-286. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANNLEITÃO, S.; COSTA, M. F. (Eds). *Oceanografia, um cenário tropical*. Recife, Bagaço, 2004, 761p.
- MARTINEZ, C. B. R.; NAGAE, M. Y.; ZAIA, C. T. B. V.; ZAIA, D. A. M. Acute morphological and physiological effects of lead in the neotropical fish *Prochilodus lineatus*. *Brazilian Journal of Biology*, v. 64, n. 4, p. 797-807, 2004.
- MARQUES, A. L. B.; CHIERICE, G. O. Trace Nickel Determination with phenyldithiocarbamate in Sea Water, by Adsorptive Stripping Voltammetry. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 04: 1, 17-19, 1993.
- MAZON, A. F.; MONTEIRO, E. A. S.; PINHEIRO, G. H. D.; FERNANDES, M. N. Hematological and physiological changes induced by short-term exposure to copper in the freshwater fish, *Prochilodus scrofa*. *Brazilian Journal of Biology*, v. 62, n. 4, p. 621-631, 2002<sup>a</sup>.
- MINELLA, Letícia. Índice de qualidade da água ao longo de rios e ribeirões - município de Brusque. 2005. 119 f.
- NSC. Notícias de Santa Catarina. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/colunistas/saavedra/ampliacao-da-rede-de-esgoto-em-joinville-precisa-de-r-15-bilhao-em-30-anos/> Acesso em: 05 abril de 2019.
- PALANIAPPAN, PL. RM.; KARTHIKEYAN, S. Bioaccumulation and depuration of chromium in the selected organs and whole body tissues of freshwater fish *Cirrhinus mrigala* individually and in binary solutions. *Journal of Environmental Sciences*, v. 21, p. 229-236, 2009.
- PLANQUETTE, P.; KEITH, P.; LE BAIL, P.Y. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane, Tome 1. Paris: MNHN/IRD, 1996.
- REPULA, C. M. M.; CAMPOS, B. K.; GANZAROLLI, E. M.; LOPES, M. C.; QUINÁIA, S. Q. Biomonitoramento de Cr e Pb em peixes de água doce. *Química Nova*, v. 35, n. 5, p. 905-909, 2012.
- RIBEIRO, J. M. G.; OLIVEIRA, T. M. N. Cartilha Geográfica Bacias hidrográficas dos rios Cubatão (norte) e cachoeira Joinville. Mercado de Comunicação. 2014. 1ª edição. 40p.
- RODRIGUES FILHO, S.; MADDOCK, J. E. L. Assessment of the Heavy Metal Pollution in a Gold "Garimpo". Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1997. 32p. (Série Tecnologia Ambiental, n.7)
- ROEKENS, Z, K; GRIELI, V. R. Analysis of Rain Water by Differential Pulse Stripping Voltammetry in Nitric Acid Medium. *Acta*, 204, 179-187, 1988.



- SANTANA, G. P.; BARRONCAS, P. S. R. Estudo de metais pesados (Co, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Pb e Zn) na Bacia do Tarumã-Açu Manaus – (AM). *Acta Amazonica*, v. 57, n. 1, p. 111- 118, 2007.
- SCHMITT, C. J.; BRUMBAUGH, W. G.; MAY, T. W. Accumulation of metals in fish from lead–zinc mining areas of southeastern Missouri, USA. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 67, p. 14-30, 2007.
- SIPPEL, A. J. M.; GERACI, J. R.; HODSON, P. V. Histopathological and physiological responses of rainbow trout (*Salmo gairdneri* RICHARDSON) to sublethal levels of lead. *Water Research*, v. 17, n. 9, p. 1115-1118, 1983.
- TOMAZELA, D.P. Monitoramento Espacial e Temporal de Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari (Norte da Ilha de Santa Catarina). Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências Biológicas. Florianópolis, 2008.
- TORGAN, L. C. Floração de algas: composição, causas e conseqüências. Florianópolis, *Ínsula* (19): 15-34. 1989.
- VELMA, V.; VUTUKURU, S. S.; TCHOUNWOU, P. B. Ecotoxicology of hexavalent chromium in freshwater fish: a critical review. *Reviews on Environmental Health*, v. 24, n. 2, p. 129-145, 2009.
- VILLA, A. T. Avaliação ambiental de qualidade da água do lago do Parque barigüi: potencial de poluição orgânica. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba, 204 p. 2005.
- VON SPERLING, M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.
- ZSCHORNACK, T.; OLIVEIRA, T. M. N Avaliação do impacto da implantação do sistema de esgotamento sanitário na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio cachoeira sob a ótica da saúde ambiental. Joinville, 2016.

