



Aspectos quantitativos de contaminantes metálicos da bacia do rio dos Sinos

Fabrício Luís Wilbert¹, Daniela M. de Quevedo², Marco A. F. Pereira³

¹ Universidade Feevale (fabricio.wilbert@gmail.com)

² Universidade Feevale (danielamq@feevale.br)

³ Universidade Feevale (marco@feevale.br)

Resumo

A bacia do rio dos Sinos tem enfrentado vários impactos associados ao desenvolvimento econômico e à urbanização, ocasionando a diminuição da qualidade dos recursos hídricos nesta bacia. Nesse sentido, este trabalho se propõe a avaliar quantitativamente os contaminantes metálicos gerados por indústrias, verificando a localização e a origem destes. Para alcançar o objetivo proposto, fez-se uma pesquisa bibliográfica, a partir de estudos recentes no rio dos Sinos e nos arroios Schmidt, Luiz Rau e Pampa, que demonstram quantitativamente a contaminação por metais e sua localização na bacia do rio dos Sinos. Os artigos científicos abordados analisaram amostras de água e sedimentos em diferentes pontos nos afluentes do rio dos Sinos, entre os anos de 2006 e 2013. Os principais contaminantes que afetam a bacia são: chumbo, cromo, níquel, ferro, alumínio, cádmio, cobre, manganês e zinco.

Palavras-chave: Bacia do rio dos Sinos. Metais. Contaminantes.

Área Temática: Recursos hídricos.

Quantitative aspects of metal contaminants from Sinos river basin

Abstract

The Sinos River basin has faced several impacts associated with economic development and urbanization, causing a decrease in the quality of water resources in this basin. In this sense, this work proposes to evaluate quantitatively the metallic contaminants generated by industries, verifying their location and origin. In order to reach the proposed objective, a bibliographical research was carried out, based on recent studies in the Sinos river and the Schmidt, Luiz Rau and Pampa streams, which quantitatively demonstrate the contamination by metals and their location in the Sinos river basin. The scientific articles analyzed samples of water and sediments at different points in the streams of the Sinos river, between the years of 2006 and 2013. The main contaminants that affect the basin are: lead, chromium, nickel, iron, aluminum, cadmium, copper, manganese and zinc.

Key words: *Sinos river basin; Metals; Contaminants.*

Theme Area: *Water resources.*



1 Introdução

Apesar de ser considerada renovável, a água requer uso responsável para que o ciclo hidrológico seja mantido. Os mananciais hídricos subterrâneos e superficiais devem ser monitorados para que medidas sejam propostas e realizadas (NAIME e NASCIMENTO; 2009). Um dos principais contaminantes dos recursos hídricos (RH) são os contaminantes metálicos, estes são distinguidos de outros poluentes tóxicos por sua não biodegradabilidade e por sua toxicidade controlada pelas suas características físico-químicas. O estado de oxidação dos metais determina sua mobilidade, biodisponibilidade e sua toxicidade (ÁVILA; BIANCHIN; ILLI, 2015). Os metais podem formar compostos orgânicos, quelantes, sob a forma de complexos estáveis e solúveis em água com elevada carga iônica (BENVENUTI et al., 2015). Os metais, como o cromo, o chumbo e o níquel, verificados em águas superficiais são poluentes associados às descargas de efluentes por indústrias na bacia hidrográfica (NASCIMENTO et al., 2015).

Outra forma de caracterização dos aspectos relacionados a contaminantes de um RH são os sedimentos. Tais sedimentos são transportados por escoamento e outros processos, originando quantidades consideráveis de partículas sólidas e alterando-o qualitativamente. A caracterização dos compostos orgânicos e inorgânicos acumulados pelos sedimentos permite avaliar o impacto ambiental de uma bacia hidrográfica no decorrer do tempo (ÁVILA; BIANCHIN; ILLI, 2015). Os sedimentos de um afluente, como agente transportador e catalisador, apresentam importância na poluição de rios e podem ser usados na avaliação de contaminantes metálicos insolúveis. Estudos de correlação entre metais e tamanho de partícula de sedimentos propõem que, na maioria das vezes, partículas mais finas possuem maiores concentrações de metais e a maior parte dos metais é incorporada à lama e à argila (ÁVILA; BIANCHIN; ILLI, 2015).

Na bacia do rio dos Sinos, localizam-se diversas indústrias metalúrgicas, de galvanoplastia e curtumes. O efluente gerado, especificamente pela indústria galvânica, contém carga elevada de metais que deveriam ser tratados antes do descarte, a fim de degradar o corpo hídrico receptor, sendo que a inexistência de tratamento de efluentes convencional para reutilização no processo agrava este problema (BENVENUTI et al., 2015a).

A partir destas considerações a proposta deste trabalho é avaliar como a bacia do rio dos Sinos está sendo afetada quantitativamente pelos contaminantes metálicos gerados por indústrias, verificando a localização e a origem destes contaminantes. Através de estudos recentes que abordam também os afluentes do rio dos Sinos, busca-se comprovar a existência de contaminantes metálicos e os níveis de poluição. Para tal, foram selecionados artigos que tratem dos aspectos quantitativos de contaminantes nesta bacia e também um estudo físico químico de contaminantes metálicos nos arroios Schmidt, Luiz Rau e Pampa, realizado entre os anos de 2012 e 2013.

2 Área de estudo

A bacia do rio dos Sinos (BRS), Figura 1, localiza-se na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de 29°20' a 30°10' de latitude Sul e 50°15' a 51°20' de longitude Oeste, possui uma área de 3.746,68 km², sua população é de 1,6 milhão de habitantes, onde estão instaladas 650 indústrias, das quais 198 são metalúrgicas. Das 100 fábricas com maior potencial de poluição no RS, 29 estão na área da bacia. Os efluentes industriais representam 19% da descarga de águas residuais nesta bacia (BENVENUTI et al., 2015a).

O rio dos Sinos é o principal rio da BRS, apresentando extensão de 190 km, dividida hidrologicamente nos trechos superior, médio e inferior. O trecho superior, que compreende a



região entre os municípios de Caraá e Rolante, caracteriza-se por atividades agrícolas e cultivo de frutas. O trecho médio, da região entre os municípios de Taquara e Sapiranga, recebe águas dos rios Paranhana e Ilha, destaca-se pelas pequenas e médias indústrias e uma população em crescimento. Já no trecho inferior, entre a cidade de Campo Bom e o delta do rio Jacuí, há alta concentração de indústrias e população e, os arroios que o compõem, drenam grandes centros urbanos (COMITESINOS, 2017). O rio dos Sinos é considerado um dos rios mais poluídos do Brasil devido à descarga de águas residuais domésticas, agrícolas e industriais (BIANCHI et al., 2017).

Os arroios Pampa, Schmidt e Luiz Rau, afluentes do rio dos Sinos, por passarem por grandes centros urbanos carregam em suas águas, esgoto doméstico e efluentes industriais, os quais podem conter metais pesados. Poucos arroios da BRS têm monitoramento físico-químico e microbiológico (NAIME; NASCIMENTO, 2009; ÁVILA; BIANCHIN; ILLI, 2015; BENVENUTI et al., 2015b). O arroio Luiz Rau é um dos principais afluentes do rio dos Sinos, apresenta 13 km de extensão na área central no município de Novo Hamburgo, recebendo efluentes industriais dos mais diversos setores, além de grande volume de esgoto doméstico. As emissões de poluentes contribuem para uma diminuição na qualidade da água e dos sedimentos deste arroio (ÁVILA; BIANCHIN; ILLI, 2015). O arroio Pampa, igualmente em Novo Hamburgo, serve como corpo receptor de efluentes industriais e de esgoto doméstico (não tratado). Sua foz no rio dos Sinos está a aproximadamente 1,5 km ponto da captação de água para consumo humano e apresenta, em alguns trechos, altos teores de cromo e níquel (NAIME, NASCIMENTO; 2009). O arroio Schmidt apresenta extensão de aproximadamente 7 km, está localizado na cidade de Campo Bom e recebe, da mesma forma, águas residuais domésticas e industriais, esgoto doméstico e industrial, bem como enormes quantidades de lixo doméstico. (BENVENUTI et al., 2015b; ALVES et al., 2015).

Figura 1 - Mapa do Brasil, Estado do Rio Grande do Sul e bacia do rio dos Sinos



Fonte: adaptado de Bianchi et al., 2017

3 Metodologia

Trata-se de um estudo de revisão por levantamento retrospectivo de trabalhos científicos publicados na última década. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de pesquisa Scielo e Springer, nos idiomas inglês e português. Os descritores utilizados foram: recursos hídricos, bacia do rio dos Sinos, contaminantes metálicos, contaminantes metálicos industriais, afluentes rio dos Sinos, arroio Schmidt, arroio Pampa e arroio Luiz Rau.

A Tabela 1 detalha as revistas pesquisadas e a quantidade de artigos de cada revista empregados para a confecção deste artigo.



Tabela 1 – Origem artigos pesquisados

| Revista | Quantidade artigos |
|---|--------------------|
| Brazilian Journal of Biology | 6 |
| Archives Environmental Contamination Toxicology | 1 |
| Engenharia Ambiental | 1 |

4 Resultados e discussões

Conforme Benvenuti e Rodrigues (2017), os dados coletados a partir de amostras de água em quatro pontos de cada um dos arroios (Schmidt, Luiz Rau e Pampa), Tabela 2, foram identificados com P1, P2, P3 e P4. Os seguintes contaminantes metálicos foram analisados: cromo hexavalente (CrVI), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo total (CrT), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni) e zinco (Zn). Para cada um dos contaminantes são expressos valores, na unidade de medida mg.L^{-1} , a média aritmética (M), o desvio padrão (DP) e o padrão de potabilidade (PP). O padrão de potabilidade considerado está conforme as Portarias 2914-2011 (MINISTÉRIO DA SAÍDE, 2011) e 518-2004 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

Tabela 2 – Dados coletados no arroio Schmidt, Luiz Rau e Pampa.

| Arroio Schmidt | | | | | | | Arroio Luiz Rau | | | | | | | Arroio Pampa | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|-------|----------|-----------------|------|------|------|------|-------|----------|--------------|------|------|------|------|-------|----------|------|
| Metal | P1 | P2 | P3 | P4 | Média | Desv.Pad | PP | P1 | P2 | P3 | P4 | Média | Desv.Pad | PP | P1 | P2 | P3 | P4 | Média | Desv.Pad | PP |
| CrVI | 0,11 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 1,91 | 1,13 | 0,97 | 0,07 | 1,02 | 0,75 | 0,05 | 0,08 | 0,23 | 2,1 | 0,03 | 0,61 | 1 | 0,05 |
| Cd | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,01 | 0 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Pb | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0 | 0,05 |
| Cu | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,07 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 1 |
| CrT | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0,05 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0,05 | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | 0,05 |
| Fe | 1,07 | 1,72 | 1,85 | 2,11 | 1,69 | 0,44 | 0,3 | 1,79 | 3,41 | 4,54 | 6,99 | 4,18 | 2,19 | 0,3 | 1,33 | 2,26 | 2,36 | 1,55 | 1,88 | 0,51 | 0,3 |
| Mn | 0,05 | 0,13 | 0,16 | 0,16 | 0,13 | 0,05 | 0,1 | 0,17 | 0,18 | 0,13 | 0,17 | 0,16 | 0,02 | 0,1 | 0,04 | 0,31 | 0,29 | 0,18 | 0,2 | 0,13 | 0,1 |
| Ni | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0 | ni | 0,01 | 0,03 | 0,07 | 0,09 | 0,05 | 0,03 | ni | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,03 | 0,03 | ni |
| Zn | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0 | 5 | 0,02 | 0,05 | 0,11 | 0,14 | 0,08 | 0,06 | 5 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 5 |

n.d.= não detectado; ni=não informado

Fonte: adaptado de Benvenuti e Rodrigues (2017)

Os dados coletados no arroio Schmidt, entre o período de janeiro e novembro do ano de 2013, evidenciam que o CrVI (no ponto de coleta 2), o Fe (nos pontos de coleta 1, 2, 3 e 4) e o Mn (nos pontos de coleta 2, 3 e 4), apresentam valores acima do padrão de potabilidade. Enquanto que os metais Cd, Pb, Cu, CrT, Ni e Zn estão com todos os parâmetros conforme o padrão de potabilidade adotado como referência. Os dados coletados no arroio Luiz Rau, entre o período de janeiro e novembro do ano de 2013, demonstram que os valores relativos ao CrVI (nos pontos de coleta 1, 2 e 3), ao Fe (nos pontos de coleta 1, 2, 3 e 4) e ao Mn (nos pontos de coleta 1, 2, 3 e 4), estão acima do padrão aceitável de potabilidade. Da mesma forma que em relação ao arroio Schmidt, os metais Cd, Pb, Cu, CrT, Ni e Zn analisados no arroio Luiz Rau estão com todos os dados de acordo com o padrão de potabilidade considerado no estudo. Já os dados coletados no arroio Pampa, entre o período de julho e dezembro do ano de 2012, comprovam que os valores referentes ao CrVI (no ponto de coleta 3), ao Cd (no ponto de coleta 2), ao Fe (nos pontos de coleta 1, 2, 3 e 4) e ao Mn (nos pontos de coleta 2, 3 e 4), são superiores ao padrão aceitável de potabilidade considerado no estudo. Diferentemente dos arroios Schmidt e Luiz Rau, o Cd não se apresentou aceitável, porém em apenas um ponto de coleta. Os metais Pb, Cu, CrT, Ni e Zn analisados, demonstram padrões de potabilidade aceitáveis.

Ávila, Bianchin e Lili (2015) estudaram a contaminação dos metais Cr, Ni e Pb em três pontos (A, B e C) do arroio Luiz Rau, coletando amostras de sedimentos em



profundidades de 5, 10 e 15 cm, respectivamente, no período compreendido entre fevereiro e abril de 2011, conforme resultados demonstrados na Tabela 3. O estudo considerou como parâmetro comparativo a resolução CONAMA 344/04 (BRASIL, 2004), que estabelece níveis de classificação de material a ser dragado, conforme as concentrações de poluentes metálicos encontrados. Concentrações de Cr até 37,3 mg.kg⁻¹, Pb até 35 mg.kg⁻¹ e Ni até 18 mg.kg⁻¹, são consideradas nível 1 (sem danos prováveis à biota). Já concentrações de Cr acima de 90 mg.kg⁻¹, Pb acima de 91,3 mg.kg⁻¹ e Ni acima 35,9 mg.kg⁻¹ são considerados nível 2 (com prováveis danos à biota).

Tabela 3 – Concentração de metais em amostras de sedimentos – arroio Luiz Rau

| Ponto | Profundidade (cm) | Pb | Cr | Ni |
|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| A | 5 | 3,42 | 17,74 | 8,85 |
| | 10 | 13,55 | 20,61 | 11,15 |
| | 15 | 11,73 | 19,97 | 7,92 |
| B | 5 | 6,38 | 16,38 | 9,20 |
| | 10 | 9,29 | 17,02 | 20,69 |
| | 15 | 13,04 | 17,82 | 8,43 |
| C | 5 | 7,99 | 32,79 | 19,69 |
| | 10 | 7,70 | 24,41 | 16,48 |
| | 15 | 9,50 | 45,15 | 29,15 |

Valores de concentração de metais em mg.kg⁻¹.

Fonte: adaptado de Ávila, Bianchin e Lili (2015)

Em Ávila, Bianchin e Lili (2015), a concentração de Cr analisada foi considerada nível 1 (inofensivo à biota) comparando à resolução CONAMA 344/04 (BRASIL, 2004). O Cr III encontrado não migra expressivamente para sistemas naturais, sendo naturalmente precipitado e adsorvido pela argila, o que foi evidenciado neste estudo. Em relação ao Pb, houve, no estudo, um aumento da concentração em profundidades maiores. Tal comportamento não é esperado deste metal devido à sua pouca mobilidade, podendo esta característica estar relacionada à contaminação anterior. De acordo com a Resolução CONAMA 344/04 (BRASIL, 2004), todos os valores de Pb no arroio Luiz Rau estão abaixo do nível 1, com baixa probabilidade de danos à biota do arroio. Para o metal Ni, o estudo constatou nos sedimentos, em dois pontos, valores acima do valor considerado Nível 1 conforme a resolução CONAMA 344/04 (BRASIL, 2004), mas abaixo da quantidade necessária para atingir Nível 2, que poderia causar prováveis danos à biota.

Blume et al. (2010) monitorou a qualidade do rio dos Sinos em quatro pontos, avaliando vários contaminantes quantitativamente, no período de outubro/2007 a outubro 2008. Os valores máximos das coletas referentes aos metais Pb, Cr, Cu, Ni e Zn, em todos os locais de amostragem, foram de 0,01 mg.L⁻¹ e, sendo assim, não excederam os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) para um rio classe III. Esta resolução e este decreto foram considerados neste estudo como padrão de potabilidade (PP) e como critério de comparação. A Tabela 4 descreve estatisticamente os resultados destas coletas referentes aos metais Al e Fe. O valor médio para Fe foi de 3,57 mg.L⁻¹ no ponto de coleta P3. De acordo com o padrão de potabilidade adotado no estudo, o valor máximo recomendado para o Fe é de 5 mg.L⁻¹. Em relação ao metal Al, o Decreto nº 518/2004 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004) recomenda um nível máximo de 0,30 mg.L⁻¹ para a água potável e o valor médio encontrado para o Al foi de 32,03 mg.L⁻¹ no ponto P3. Esse valor também está acima dos limites (0,2 mg.L⁻¹) recomendado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005).



Tabela 4 – Concentração de metais em amostras do rio dos Sinos

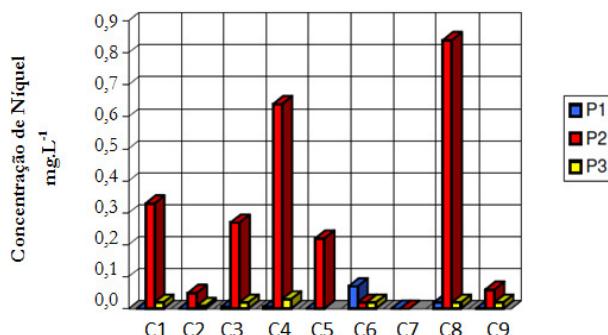
| Ponto | Metal | Máximo | Mínimo | M | DP | PP |
|-------|-------|--------|--------|-------|-------|------|
| P1 | Al | 2,19 | 0,02 | 0,38 | 0,93 | 0,20 |
| | Fe | 3,13 | 0,03 | 0,45 | 0,93 | 5,00 |
| P2 | Al | 6,42 | 0,54 | 1,67 | 1,74 | 0,20 |
| | Fe | 11,49 | 0,66 | 2,71 | 3,06 | 5,00 |
| P3 | Al | 53,4 | 11,81 | 32,03 | 11,81 | 0,20 |
| | Fe | 15,26 | 0,02 | 3,57 | 4,10 | 5,00 |
| P4 | Al | 2,89 | 0,18 | 1,19 | 0,80 | 0,20 |
| | Fe | 13,05 | 0,66 | 2,80 | 3,31 | 5,00 |

Valores de concentração de metais em mg.L^{-1} .

Fonte: adaptado de Blume (2010)

O trabalho de Naime e Nascimento (2009) analisou em três pontos do arroio Pampa e em um ponto do rio dos Sinos, a concentração de metais pesados (Pb, Cr e Ni), comparando os resultados obtidos perante a resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). Foram realizadas nove coletas (C1 a C9), entre maio de 2006 e maio de 2007. Em relação ao Ni, a Figura 2 apresenta os dados de concentração deste metal em três pontos diferentes do arroio Pampa. Os valores no ponto P2 são os mais altos comparativamente aos demais pontos analisados. Em relação à resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), 78% das amostras coletadas neste estudo apresentaram valores superiores ao VMP para classe 3 ($0,025 \text{ mg.L}^{-1}$). Em 60% do período analisado, o Ni esteve presente em todas as amostras, considerando os 3 pontos de coleta do arroio Pampa (NAIME, NASCIMENTO; 2009).

Figura 2 - Concentrações de Ni em nove amostras coletadas no arroio Pampa



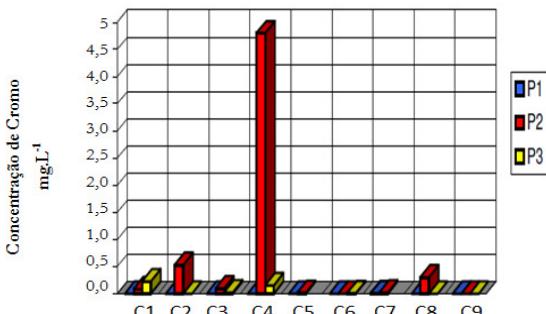
Fonte: adaptado de Naime e Nascimento (2009)

Em relação ao Cr total, os dados coletados no Arroio Pampa em três pontos (P1, P2 e P3) são demonstrados na Figura 3. O ponto P2, na 4ª coleta (C4), apresentou valor encontrado superior em mais de 80 vezes ao VMP definido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), para a classe 3. Em P4, não foi detectado cromo total, considerando o limite de detecção que é de $0,005 \text{ mg.L}^{-1}$. O CrT possui limite, em água destinada a consumo humano, de $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ nas resoluções CONAMA 357 (BRASIL, 2005).

O Pb total foi o metal que apresentou o melhor resultado no estudo de Naime e Nascimento (2009). Somente na 3ª coleta (C3), dentre as nove coletas, é que este metal foi detectado. Na Figura 4, verificam-se os dados referentes aos pontos de coleta P1, P2, P3 e P4. O ponto P2, em relação aos pontos P1, P3 e P4, apresentou a maior quantidade de Pb, da mesma forma do que foi observado em relação ao Ni e Cr. Em todos os pontos os resultados excederam o VMP para classificação como classe 2, mas não para a classe 3, de acordo com resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). Cabe ressaltar que o limite de detecção do método para o Pb foi de $0,014 \text{ mg.L}^{-1}$.

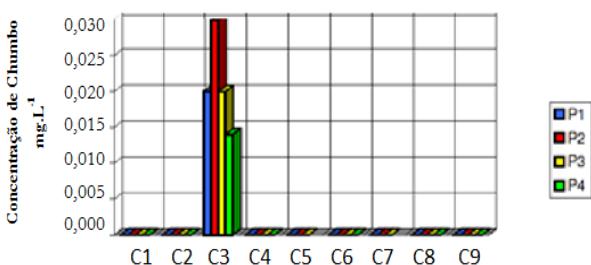


Figura 3 - Resultados de Cr obtidos durante o monitoramento para os pontos P1, P2 e P3 no arroio Pampa



Fonte: adaptado de Naime, Nascimento (2009)

Figura 4 - Resultados obtidos para Pb total durante o monitoramento dos pontos P1, P2, P3 e P4.



Fonte: adaptado de Naime, Nascimento (2009)

No estudo de Naime e Nascimento (2009), o arroio Pampa apresentou resultados indicativos de poluição industrial por Cr e Ni originada de estações de tratamento de efluentes. O contaminante Ni é identificado como o único metal analisado que poderia causar impacto para as águas do rio dos Sinos, alterando sua classificação conforme a resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). O trabalho de Nascimento et al. (2015) coletou amostras de água não tratada do rio dos Sinos em 5 pontos de captação de plantas de tratamento de 5 cidades diferentes ao longo da bacia do rio dos Sinos, no período compreendido entre julho de 2011 e junho de 2012. Nas amostras, foram monitorados parâmetros físico-químicos e microbiológicos, confrontando os resultados obtidos das coletas de água com a Resolução CONAMA n.º 357/2005 (BRASIL, 2005). Os resultados de Nascimento et. Al (2015) revelaram que todos os pontos de captação eram seguros em termos de saúde humana, considerando os limites definidos pelas normas brasileiras, sugerindo que o principal agente poluente da água identificado da BRS era o esgoto doméstico, pois nenhum metal estava acima dos limites da Resolução CONAMA n. 357/2005 (BRASIL, 2005).

5 Conclusões

Os estudos avaliados demonstraram quantitivamente os principais contaminantes metálicos que afetam a bacia do rio dos Sinos. As análises físico-químicas realizadas identificaram os metais: Pb, Cr, Ni, Fe, Al, Cd, Cu, Mn e Zn. A localização da contaminação de origem industrial na bacia de acordo com os artigos estudados, se concentram, principalmente, nos arroios Pampa, Schmidt e Luiz Rau. Apesar dos trabalhos usarem resoluções governamentais diferentes para avaliar se os parâmetros analisados estão adequados e os pontos de coleta serem diferentes, a contaminação foi evidenciada. A falta de padronização entre a localização dos pontos de coleta, bem como a falta de informações sobre horários e dias da semana empregados para as coletas, impediram um comparativo aprofundado entre os estudos. Estudos adicionais são necessários para concluir a origem dos contaminantes, no que diz respeito à descarga na bacia do rio dos Sinos.



Referências

- ALVES, D. D. Concentrations of PM_{2.5-10} and PM_{2.5} and metallic elements around the Schmidt Stream area, in the Sinos River Basin, southern Brazil. *Braz. J. Biol.*, v. 75, n.4, p.S43-S52, 2015.
- ÁVILA, C. L.; BIANCHIN, L.; ILLI, J. C. Preliminary assessment of pseudo-total and bioavailable metals in depth in the sediment of Luiz Rau stream in Novo Hamburgo (RS). *Braz. J. Biol.*, v. 75, n.4, p.30-36, 2015.
- BENVENUTI, T. et al. Toxicity effects of nickel electroplating effluents treated by photoelectrooxidation in the industries of the Sinos River Basin. *Braz. J. Biol.*, v. 75, n.2, p.17-24, 2015a.
- BENVENUTI, T. et al. Evaluation of water quality at the source of streams of the Sinos River Basin, southern Brazil, *Braz. J. Biol.*, v. 75, n.2, p.s98-s104, 2015b.
- BENVENUTI, T.; RODRIGUES, M.A.S. Dados dos arroios Pampa, Luiz Rau e Schmidt, da bacia do rio dos Sinos. Dados coletados ao longo do ano de 2013. Dados disponibilizados em novembro 2017.
- BIANCHI, E. et al. Monitoring the Genotoxic and Cytotoxic Potential and the Presence of Pesticides and Hydrocarbons in Water of the Sinos River Basin, Southern Brazil. *Arch Environ Contam Toxicol*, v. 72, p.321–334, 2017.
- BLUME, K. K. et al. Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. *Braz. J. Biol.*, v. 70, n.4, p.1185-1193, 2010.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – **CONAMA, 2004**. Resolução nº 344, de 25 de março de 2004. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. 7 abr. pp. 56-57. Acesso em: 6 de out. 2017
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – **CONAMA, 2005**. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 1- 23. Acesso em: 6 de out. 2017.
- COMITESINOS (2017). Caracterização da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos. <http://www.comitesinos.com.br/bacia-hidrografica-do-rio-dos-sinos>. Acesso em: 13 out. 2017.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em:http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/anexo/anexo_prt2914_12_12_2011.pdf. Acesso em: 19 out. 2017.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 518/2004 Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf. Acesso em: 19 out. 2017.
- NAIME, R.; NASCIMENTO C. A. Monitoramento de metais pesados do arroio Pampa em Novo Hamburgo – RS, *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 6, n.2, p. 433-450, 2009.
- NASCIMENTO, C. A. et al. Monitoring of metals, organic compounds and coliforms in water catchment points from the Sinos River basin. *Braz. J. Biol.*, v. 75, n.2, p.50-56, 2015.