



Avaliação da cafeína e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de áreas mais urbanizadas do Arroio Luiz Rau, afluente do Rio dos Sinos, RS.

Larissa Ferreira de Jesus¹, Natália Tomaseto de Deus², Tatiana Moraes da Silva Heck³, Viviane Girardi⁴, Daniela Montanari Migliavacca Osorio⁵.

¹Universidade Feevale (larissafj@gmail.com)

²Universidade Feevale (tatianaheck@terra.com.br)

³Universidade Feevale (nataliatd.adv@gmail.com)

⁴Universidade Feevale (vivi.girardi@hotmail.com)

⁵Universidade Feevale (danielaosorio@feevale.br)

Resumo

O Arroio Luiz Rau (LR) é um dos principais arroios do município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul (RS). O aumento populacional nos grandes centros urbanos gera problemas de ordem sanitária devido à falta de saneamento, o que afeta principalmente o ecossistema hídrico. A fim de avaliar a contribuição de poluentes domésticos orgânicos nas águas do Arroio Luiz Rau, afluente do Rio dos Sinos, avaliamos a qualidade da água do córrego através da quantificação de cafeína, dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de 2 pontos e a partir desses resultados, avaliar o impacto antrópico ocasionado no Rio dos Sinos. Foi observado índices de contaminação nos dois pontos analisados, sendo o ponto 2 com os maiores índices de contaminação fecal, acompanhado pela análises físico-químicas. A análise de cafeína revelou que este é um bom marcador de contaminação antrópica, entretanto apontou índices maiores no Ponto 1. O Arroio Luiz Rau revela uma forte contaminação de origem antrópica, prejudicando a qualidade da água do Rio dos Sinos.

Palavras-chave: Qualidade da água, Arroio Luiz Rau, Monitoramento.

Área Temática: Impacto Ambiental

Caffeine evaluation and physical, chemical and microbiological parameters of the most urbanized areas of the Luiz Rau stream, the Sinos River tributary, RS.

Abstract

The Luiz Rau Stream (LR) is one of the main streams of the city of Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul (RS). The population growth in large urban centers creates problems of health due to lack of sanitation, which primarily affects the water ecosystem. In order to assess the contribution of organic indoor pollutants into the waters of Luiz Rau stream, the Sinos River tributary, evaluated the stream water quality by measuring caffeine, the physical, chemical and microbiological parameters of 2 points and go to these results, evaluate the anthropic impact caused the Rio dos Sinos. It was observed contamination rates in both analyzed points. Point 2 had the highest fecal contamination levels, accompanied by physicochemical analysis. Caffeine analysis revealed that this is a good marker of anthropogenic contamination, however pointed highest rates in Point 1. The Luiz Rau stream reveals a strong contamination of anthropogenic origin, damaging the water quality of the Rio dos Sinos.

Key-words: Water-Quality, Stream Luiz Rau, Tracking.

Theme Area: Environmental Impact.



1 Introdução

O Arroio Luiz Rau (LR) é um dos principais arroios do município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul (RS) (Figura 1) e sua nascente localiza-se na divisa com o município de Estância Velha, no bairro Roselândia, passando pelos bairros Operário, Vila Rosa, Rincão, Centro, Rio Branco, Pátria Nova, Ideal, Ouro Branco, Industrial e por fim no bairro Santo Afonso com sua foz na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS). O município concentra uma população de 238.940 habitantes e a densidade demográfica registrada é de 1.067,55 hab/Km² (PREFEITURA DE NOVO HAMBURGO, 2015; Censo IBGE, 2010). Devido a sua grande extensão de 13 km, o arroio situado na porção baixa e média da BHRS é demarcado por maior concentração populacional urbana na região e recebe efluentes como esgoto doméstico e de indústrias de tecidos, metalúrgica, couro e adesivos, prejudicando a qualidade da água e do solo (ÁVILA, 2011).

O aumento populacional nas grandes áreas urbanizadas gera problemas de ordem sanitária devido à falta de saneamento, o que afeta principalmente o ecossistema hídrico. As maiores fontes de contaminação hídrica nos centros populacionais são decorrentes de despejos de efluentes industriais, curtumes e esgoto doméstico não tratado (ALMEIDA *et al.*, 2004). Por sua vez, o município de Novo Hamburgo produz grande carga orgânica através de efluentes domésticos que acabam no curso hídrico de arroios e por fim são lançados no Rio dos Sinos sem tratamento adequado (COMUSA, 2006), o qual é a principal fonte de abastecimento de água na região, desta forma, o arroio LR torna-se mera tubulação de esgotamento sanitário que deságua na BHRS.

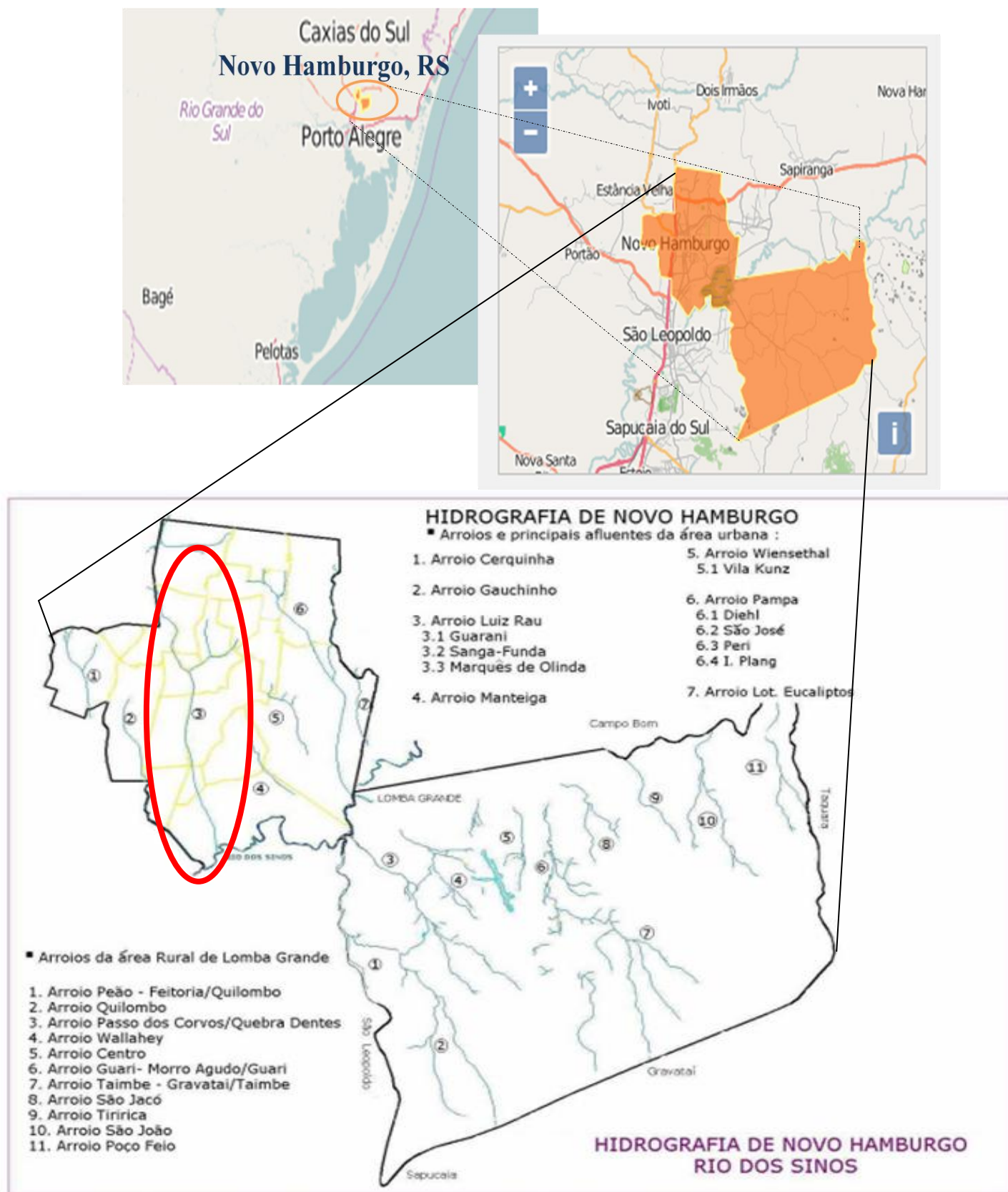
Strieder *et al.* (2006) relata que a significativa poluição no Rio dos Sinos tem origem em pequenos afluentes, que estão diretamente relacionados com problemas ambientais. Segundo a FEPAM (2006), o Rio dos Sinos apresenta significativo déficit na qualidade de sua água e Robaina *et al.* (2002) relataram que há elevadas concentrações de metais em seu curso hídrico, assim tornou-se foco de pesquisas uma vez que possui uma das mais baixas qualidades de água do Brasil, indicando uma grande carga orgânica associada à elevada densidade populacional como uma das principais causas deste resultado, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2009). Desta forma, estudos são importantes em seus afluentes, entre eles, o Arroio LR, um dos principais receptores de poluição doméstica, para identificar pontos de recebimento de maior carga de poluentes e coliformes fecais humanos oriundos da grande concentração populacional.

A cafeína é proposta como marcador de dejetos humanos (GARDINALI & ZHAO, 2002; PEELER *et al.*, 2006; WU *et al.*, 2008) com a vantagem de ser onipresente e quase que inteiramente humana, uma vez que praticamente não está em lançamentos agrícolas ou industriais. Algumas fontes vegetais naturais de cafeína existem, mas os níveis são geralmente insignificantes e podem, assim, ser desprezados (PEELER *et al.*, 2006). Como a cafeína degrada lentamente no ambiente com uma semivida estimada entre 3 dias e > 3 meses - (BENOTTI & BROWNAWELL, 2009) tem sido proposta como um marcador de contaminação sanitária doméstica (SAUVÉ *et al.*, 2012), sendo uma droga mais consumida por adultos mundialmente (SMITH, 2002).

As Bactérias do Grupo Coliformes habitam o trato intestinal de seres humanos e animais. Elas são encontradas em ambientes aquáticos, solo, vegetação e matéria fecal e constituem um importante indicador de contaminação fecal (JOHNSON, 2011) Tais bactérias são monitoradas no abastecimento de água através de diferentes métodos, como o teste de presença-ausência e da técnica do Número Mais Provável (NMP) (EDGE & BOEHM, 2011). Coliformes termotolerantes, ou *Escherichia coli*, são usados para avaliar os níveis de poluição fecal humana nas águas (ASTRÖM *et al.*, 2007).



Figura 1 - Localização geográfica do Arroio Luiz Rau e seus principais afluentes, Novo Hamburgo, RS.





No presente artigo, visando analisar a contribuição de poluentes domésticos orgânicos nas águas do Arroio Luiz Rau, afluente do Rio dos Sinos, avaliamos a qualidade da água do córrego através da quantificação de cafeína, dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de 2 pontos e a partir desses resultados, avaliar o impacto antrópico ocasionado no Rio dos Sinos.

2 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água do Arroio Luiz Rau, em Novo Hamburgo, RS, visando caracterizar a influência antrópica em 2 pontos demarcados como início e fim da maior concentração populacional e sua contribuição com o impacto ambiental no Rio dos Sinos.

3 Objetivos Específicos

- Avaliar a contaminação antrópica através da quantificação de cafeína na água do Arroio LR.
- Analisar a qualidade da água do arroio utilizando parâmetros físico-químicos e microbiológicos.
- Identificar o impacto antrópico causado através de poluentes domésticos lançados na BHRS oriundos do arroio LR.

4 Metodologia

Foram avaliados 2 pontos ao longo do Arroio LR no mês de novembro de 2015, no município de Novo Hamburgo, sendo o primeiro ponto (P1) no trecho demarcado como o início da urbanização localizado no bairro Rio Branco, e o segundo ponto (P2) demarcado com a diminuição da área mais urbanizada, localizado no bairro Industrial, carregando contaminantes e poluentes das regiões mais urbanas até a foz no Rio dos Sinos, principal fonte de captação da água (Tabela 1). As condições climáticas foram observadas e aferidas (céu aberto, sem nuvens, temperatura entre 26 – 30 °C), porém ocorreram dias consecutivos de chuvas que antecederam em até 24h as coletas.

A análise de cafeína foi realizada através de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) segundo método previamente descrito (LINDEN *et al.*, 2015). A análise de coliformes foi realizada de acordo as indicações do Kit Colilert®, aprovado pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, e os parâmetros físico-químicos foram utilizados para avaliar a qualidade de água do local como pH, condutividade, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), OD (Oxigênio Dissolvido) e turbidez de acordo com metodologia padrão (APHA, 2012). Os valores obtidos foram analisados conforme valores de referência da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2005). O processamento e análise foram realizados nos Laboratórios da Universidade Feevale.

Tabela 1 - Coordenadas Geográficas (Sirgas Datum 69) do Arroio Luiz Rau escolhido para este estudo, Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS, Brasil.

PONTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
P1	S29°40'13.4"	W051°08'17.1"
P2	S29°43'05.9"	W051°07'55.2"
P1 – Bairro Rio Branco - Início da urbanização		
P2 – Bairro Industrial - Fim da urbanização		



5 Resultados

Os resultados obtidos para os pontos de estudo estão na Tabela 2:

Tabela 2 - Resultados obtidos

	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	DBO (mgO ₂ /L)	OD (mg/L)	Condutividade (µS/cm ²)	Turbidez (NTU)	pH	Cafeína
P1	1119900	260300	28	3	220	14,7	7,14	190,69
P2	686700	290900	32	1,7	310	9,35	7,23	16,47

6 Discussão

O arroio Luiz Rau, situado na porção baixa da BHRS, é o principal veículo carreador de esgotamento doméstico urbano tornando-se de grande importância na disseminação de poluentes até o Rio dos Sinos (FIGUEIREDO *et al.* 2010; STRIEDER, 2006).

Foi observado impacto antrópico de contaminação fecal de alta relevância nas águas do arroio analisado nos 2 pontos de coleta, sendo o P1 caracterizado pelo início de maior densidade populacional urbana e o P2 com o início da diminuição da mesma, a qual concentra-se em moradias e indústrias de pequeno e médio porte que entende-se ao longo do arroio, bem como carregando os poluentes e carga orgânica no fluxo normal do bairro Rio Branco seguindo ao bairro Industrial, P1 e P2 respectivamente, sendo esperado um aumento no P2, devido ao lançamento de poluição fecal e os poluentes industriais sem tratamento adequado no curso hídrico seguindo até a foz na BHRS.

Em relação as análises microbiológicas (Coliformes Totais e Termotolerantes), o P1, localizado no Bairro Rio Branco, apresentou 1119900 NMP/100mL de água de Coliformes Totais, bactérias que habitam o trato intestinal podendo ser de seres humanos e animais e em relação às bactérias Termotolerantes, *Escherichia coli*, resistentes a temperatura de 45°, indicadores de contaminação fecal exclusivamente humana, encontramos 260300 NMP/100mL de água na mesma amostra, o que demonstra uma grande contaminação de dejetos fecais humanos neste local onde inicia o aumento populacional.

Por sua vez, o P2, localizado no Bairro Industrial, apresentou 686700 NMP/100mL de água de Coliformes Totais e 290900 NMP/100mL de água de bactérias Termotolerantes, *Escherichia coli*, o que demonstra um aumento de bactérias do trato intestinal humano. Os resultados demonstram que apesar da diminuição populacional em moradias no P2, as indústrias locais com grande número de trabalhadores acabam contribuindo para o aumento de dejetos humanos lançados no arroio e também a movimentação da água pode influenciar nestes resultados, pois as bactérias acabam por ser levadas de “arraste” seguindo o próprio curso hídrico do P1 para o P2, seguindo em direção à foz do Rio dos Sinos. Assim, em comparação aos pontos de coleta, há um aumento crescente do P1 ao P2 em contaminação antrópica mesmo sabendo-se que muitos dos dejetos e poluentes podem permanecer nas margens e no solo, ficando expostos ao ambiente, perdendo-se ao longo do curso hídrico.

Em contrapartida, os valores de cafeína obtidos foi de maior quantificação no P1, local onde inicia a urbanização. Um estudo em Portugal, também indicou valores maiores de cafeína em áreas urbanas (SILVA *et al.*, 2014). confirmando assim a vantagem de ser um bom marcador de dejetos humanos e de não estar presente em lançamentos agrícolas ou industriais (PEELER *et al.*, 2006; LINDEN *et al.*, 2015), uma vez que este local possui maior concentração de áreas residenciais. A presença de bactérias do Grupo Coliformes, incluindo coliformes fecais indicam que a água está contaminada com poluentes domésticos. No



entanto, a presença de bactérias Coliformes Totais por si só não indicam especificamente a origem de contaminantes fecais, isto é, se é de uma origem humana ou animal. Por isso, uma comparação entre as bactérias coliformes e cafeína pode ser útil na identificação da origem dos resíduos (KURISSERY *et al.*, 2012).

Desta forma, este curso d' água, apesar de apresentar canalização em parte de seu trajeto, encontra-se exposto em céu aberto no P1 e no P2 locais onde foram obtidos as amostras de água do arroio para a análise. O córrego no presente estudo passa por bairros extremamente urbanizados ao longo de seu trajeto, sendo afluente de todo esgoto doméstico e de poluentes industriais de pequeno e médio porte, ocasionando um risco para saúde da população.

Segundo Nascimento (2007), a escassez de água com o constante crescimento populacional ocasiona no aumento da poluição doméstica ou industrial e assim determinam a necessidade de uso racional das águas, com a finalidade de propor medidas que auxiliem na melhoria dos mananciais hídricos superficiais, bem como o tratamento de esgoto sanitário.

Podemos observar nos parâmetros físico-químicos que houve coerência nos resultados analisados nos valores de DBO, OD e condutividade, pois no P2 encontramos maior número de Bactérias Termotolerantes (*E. coli*), principal marcador de contaminação fecal humana, bem como maiores valores na DBO, OD e condutividade em relação ao P1. Tais bactérias utilizam o oxigênio dissolvido na água, o que acarreta em menor valor de OD onde foi encontrada a quantidade maior de Coliformes Termotolerantes (P2), e conseqüentemente, ocorre um aumento na DBO, que se caracteriza pelo consumo de oxigênio através de reações biológicas e químicas do metabolismo bacteriano, logo, temos uma diminuição de OD e aumento de DBO, confirmando assim maior concentração de coliformes fecais (*E.coli*) no P2. No parâmetro da condutividade, o P2 demonstrou também maior valor em relação ao P1 devido a maior quantidade na concentração de íons, podendo estar relacionada a quantidades maiores de poluentes industriais da região.

Em relação a turbidez e ao pH da água, não houve correlação significativa nos pontos analisados, levando em consideração períodos extremamente chuvosos em dias consecutivos que antecederam a coleta de amostragem, fator de grande influência a ser considerado em tais parâmetro podendo influenciar nos resultados obtidos.

7 Conclusão

O Arroio Luiz Rau é um veículo na disseminação de efluentes sem tratamento adequado, tanto doméstico quanto industrial, conforme os parâmetros físico-químicos e microbiológicos demonstraram, causando impacto antrópico no ambiente. Por sua vez, a cafeína encontrada em maiores valores no início da urbanização do Arroio do Luiz Rau, atua como marcador eficaz de contaminação antrópica mesmo não estando presente na Legislação, e vem a acrescentar mais uma forma de avaliar a qualidade da água e de efluentes que acabam por ser lançados no Rio dos Sinos, principal fonte e abastecimento para a população.

Referências

ALMEIDA, R.M.; HUSSAR, G.J.; PERES, M.R.; JUNIOR, A.L.F. “Qualidade microbiológica do córrego “Ribeirão dos porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal – SP”. **Revista Eng. Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, janeiro 2004, pg. 51 – 56.

ASTRÖM, J.; PETTERSSON, T.J.; STENSTRÖM, T.A. “Identification and management of microbial contaminations in a surface drinking water source”. **J Water Health**, v. 5 (Suppl 1) 2007, pg. 67 – 79.



ANA - **Agência Nacional de Águas**, 2009. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 21/11/2015.

APHA - **American Public Health Association**. - Standard methods for examination of water and wastewater. 22 nd ed.; 2012

ÁVILA, C.L.A. **Preliminar de Metais Pesados Totais e Biodisponíveis em Profundidade no Sedimento do Arroio Luíz Rau em Novo Hamburgo (RS). Rio Grande do Sul - RS:** Trabalho de Conclusão (Bacharel em Engenharia Industrial Química). Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2011, pg. 74.

BENOTTI, M.J.; BROWNAWELL, B.J. “*Microbial degradation of pharmaceuticals in estuarine and coastal seawater*”. **Environmental Pollution**, v. 157, 2009, pg. 994 – 1002.

FEPAM - **FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (RS)**. Portaria nº 087/2006. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/noticias>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

BRASIL 2005. **Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional do Meio Ambiente:** Resolução 357, de 17 de março de 2005. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p.1-23. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

COMUSA - **Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo – 2006**. Disponível em: <<http://www.comusa.com.br>> Acesso em: 03 nov. 2015.

EDGE, T.A.; BOEHM, A.B. **Classical and molecular methods to measure fecal bacteria**. M.J. Sadowsky, R.L. Whitman (Eds.), The fecal bacteria, American Society for Microbiology, Washington, DC (2011), pg. 241–273.

FIGUEIREDO, J.A.S.; DRUMM, E.; RODRIGUES, M.A.S.; SPILKI, F.R. “*The Rio dos Sinos watershed: an economic and social space and its interface with environmental status*”. **Braz J Biol**, v. 70, n. 4, 2010, pg. 1131-1136.

GARDINALI, P.R.; ZHAO, X. “*Trace determination of caffeine in surface water samples by liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization-mass spectrometry (LC-APCI-MS)*”. **Environment International**, v. 28, 2002, pg. 521–528.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - 2010. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431340&search=||info%EFico%F5es-completas>>. Acesso em: 05 dez. 2015.

JOHNSON, T.J. “*Impacts of fecal bacteria on human and animal health – pathogens and virulence genes*”. M.J. Sadowsky, R.L. Whitman (Eds.), The fecal bacteria, American Society for Microbiology, Washington, DC, 2011, pg. 135–164.



KURISSERY, S.; KANAVILLIL, N.; VERENITCH, S.; MAZUMDER, A. “*Caffeine as an anthropogenic marker of domestic waste: A study from Lake Simcoe watershed*”. **Ecological Indicators**, v. 23, 2012, pg. 501–508.

LINDEN, R.; ANTUNES, M.V.; HEINZELMANN, L.S.; FLECK, L.D.; STAGGEMEIER, R.; FABRES, R.B.; VECCHIA, A.D.; NASCIMENTO, C.A.; SPILKI, F.R. “*Caffeine as an indicator of human fecal contamination in the Sinos River: a preliminary study*”. **Braz. J. Biol.**, v.75, n. 2 supl., São Carlos -May, 2015.

NASCIMENTO, C.A. **Arroio Pampa: Condição Atual e Sua Contribuição para as Águas do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul**. Dissertação 2007. 108p. (Mestrado em Qualidade Ambiental), Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS.

PEELER, K.A.; OPSHAL, S.P.; CHANTON, J.P. “*Tracking anthropogenic inputs using caffeine, indicator bacteria, and nutrients in rural freshwater and urban marine systems*”. **Environmental Science and Technology**. v. 40, 2006, pg. 7616 - 7622.

PREFEITURA DE NOVO HAMBURGO, 2015. Dados Gerais. Disponível em: <<http://novohamburgo.org/site/nossa-cidade/dados-gerais>>. Data de acesso: 20 nov. 2015.

ROBAINA, L.E.; FORMOSO, M.L.L.; PIRES, C.A. F. “*Metais pesados nos sedimentos de corrente, como indicadores de risco ambiental - Vale do Rio dos Sinos, RS*”. **Revista do Instituto Geológico**, v. 23, n. 2, 2002, pg. 35 - 47.

SMITH, A. *Effects of caffeine on human behavior*. **Food and Chemical Toxicology**, v. 40, 2002, pg. 1243 – 1255.

SILVA, C.P.; LIMA, D.L.; SCHNEIDER, R.J.; OTERO, M.; ESTEVES, V.I. “*Evaluation of the anthropogenic input of caffeine in surface waters of the north and center of Portugal by ELISA*”. **Science of the Total Environment**, v. 479 - 480, 2014, pg. 227–232.

SAUVÉ, S.; ABOULFADL, K.; DORNER, S.; PAYMENT, P.; DESCHAMPS, G.; PRÉVOST, M. “*Fecal coliforms, caffeine and carbamazepine in stormwater collection systems in a large urban area*”. **Chemosphere**, v. 86, 2012, pg. 118 - 123.

STRIEDER, M.N. **Medidas Biológicas e Índices de Qualidade da Água de uma Microbacia com Poluição Urbana e de Curtumes no Sul do Brasil. RS**. “*Acta Biologica Leopoldensia*”, janeiro/abril 2006, pg. 17-24.

WU, J.; YUE, J.; HU, R.; YANG, Z.; ZHANG, L. “*Use of caffeine and human pharmaceuticals compounds to identify sewage contamination*”. **Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology**, v. 34, 2008, pg. 438 – 442.