

## INFLUÊNCIA DO LANÇAMENTO DE EFLUENTE TRATADO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DE UM ARROIO URBANO

*Denise Peresin<sup>1</sup>; Taison Anderson Bortolin<sup>2\*</sup>; Roberta Elamarine Neimaier Graeff<sup>3</sup>; Vania Elisabete Schneider<sup>4</sup>*

**Resumo** – As estações de tratamento de efluentes (ETE) têm como principais objetivos a remoção de materiais orgânicos, sólidos suspensos, organismos patogênicos e nutrientes como fósforo e nitrogênio. O principal destino final de efluentes (tratados ou não tratados) são os rios/arroios, o que muitas vezes compromete o uso preponderante desses corpos hídricos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo identificar o impacto do efluente tratado da ETE de uma Universidade no arroio receptor, com base no monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos, em pontos localizados a montante e a jusante do ponto de lançamento. Os resultados das amostras coletadas no período de 6 anos, foram comparados com valores de referência da resolução CONAMA 357/05 e analisadas através de estatística descritiva e teste de hipóteses. Os resultados de uma forma geral mostraram que o efluente da ETE não impacta o arroio onde é lançado, e sim acaba por aumentar a vazão do arroio, diluindo as concentrações e melhorando sua qualidade. O comprometimento da qualidade do arroio receptor deve-se ao lançamento de efluentes domésticos e industriais de bairros localizados nas imediações. Estes efluentes precisam ser tratados com vistas a melhorar a qualidade do recurso hídrico e enquadrá-lo como Classe 3, conforme definido para a bacia hidrográfica que se insere.

**Palavras-Chave** – efluente tratado, eficiência da ETE, arroio receptor

## INFLUENCE OF EFFLUENT RELEASE TREATED ON WATER QUALITY OF AN URBAN STREAM

**Abstract** – Wastewater treatment plants (WTP) have as main objectives the removal of organic materials, suspended solids, pathogenic organisms and nutrients such as phosphorus and nitrogen. The main final destination of wastewater (treated or untreated) is the rivers/streams, which often compromises the preponderant use of these water bodies. Thus, the present work had as objective to identify the impact of the treated wastewater from a University, in the receiver stream, based on the monitoring of physico-chemical and biological parameters, at points located upstream and downstream of the launch site. The results of the samples collected in the 6 year period, were classified based on CONAMA 357/05 and analyzed through descriptive statistics and hypothesis testing. The results, of a general way, showed that the WTP does not impact the stream where it is discarded, but ends up increasing the flow of the stream, diluting the concentrations and improving its quality. The impairment of the quality of the unnamed stream is due to the release of domestic and industrial effluents from neighborhoods located around. These effluents need to be treated with a view to improving the quality of the water resource and to class it as Class 3, as defined for the river basin that is inserted.

**Keywords** – Treated effluent, WTP efficiency, stream receptor

<sup>1</sup> Instituto de Saneamento Ambiental – Universidade de Caxias do Sul, dperesin@ucs.br

<sup>2</sup> Instituto de Saneamento Ambiental – Universidade de Caxias do Sul, tabortol@ucs.br

<sup>3</sup> Instituto de Saneamento Ambiental – Universidade de Caxias do Sul, rengraeff@ucs.br

<sup>4</sup> Instituto de Saneamento Ambiental – Universidade de Caxias do Sul, veschnei@ucs.br

\* Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bloco V – Sala 206. Bairro Petrópolis. Caxias do Sul – RS. CEP: 95070-560.

## INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de efluentes (ETE) tem como principais objetivos a remoção de materiais orgânicos, sólidos suspensos, organismos patogênicos e nutrientes como fósforo e nitrogênio. Os efluentes, quando não tratados, constituem uma possível fonte de alteração da composição química dos corpos da água, prejudicando não apenas a qualidade da água para o seu uso em regiões à jusante, como também, por promover modificações físico-químicas que podem alterar a biota que habita estes ecossistemas (VERCELLINO et al., 2015). Conforme PLANSAB (2014) até 2018, 73% do efluente gerado na região Sul deve ser tratado, em 2023 deve alcançar o percentual de 80% e em 2033 deve chegar a 94%. O tratamento e destino adequado de águas residuárias proporciona conforto estético, promoção dos hábitos de higiene da população, evita propagação de doença e vetores, preserva os mananciais e reduz custos com o tratamento de água. (PIRES et al., 2015).

O principal destino final de efluentes (tratados ou não tratados) são os rios/arroios, o que muitas vezes compromete o uso desses corpos hídricos. O uso preponderante dos recursos hídricos, que compõem uma bacia hidrográfica, é definido através do enquadramento dos corpos d'água, a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. O enquadramento é um importante instrumento de gestão a ser utilizado (Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei 9.433/1997), com vistas a alcançar a classificação definida pela CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), subsidiando o processo de concessão de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos e, diminuindo os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. O arroio avaliado é enquadrado como de Classe 3 pelas Resoluções CRH nº 50/08 e 53/09 (RIO GRANDE DO SUL, 2008; 2009). Os corpos hídricos classificados como classe 3, segundo a CONAMA 357/05 podem ser destinados: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo identificar o impacto do efluente tratado da ETE de uma Universidade no arroio receptor, com base no monitoramento de parâmetros físico-químicos e biológicos, em pontos localizados a montante e a jusante do ponto de lançamento. A partir dos resultados gerados, ações direcionadas poderão ser tomadas com vistas a reduzir o impacto do lançamento do efluente tratado da ETE e melhorar a qualidade do recurso hídrico.

## METODOLOGIA

### *Descrição da área de estudo*

A Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) avaliada está localizada na porção leste do município de Caxias do Sul – Rio Grande do Sul, na localização geográfica: 29°09'44" S e 51°08'29" O. O processo de tratamento biológico da ETE é composto de uma lagoa aerada, uma lagoa de sedimentação e duas lagoas de maturação. A estação está em operação desde março de 2002 e trata todo o esgoto gerado na Instituição (cerca de 100 m<sup>3</sup>/dia).

Os efluentes tratados são lançados em um arroio sem denominação, localizado na sub-bacia da Bacia do Arroio Pena Branca (Figura 1), que está inserida na Bacia do Rio Piaí. A sub-bacia citada recebe contribuição de efluentes não tratados e drenagem pluvial de dois bairros localizados nas imediações. No Arroio Pena Branca, a jusante do trecho onde são realizadas as amostragens, está localizada a Estação de Tratamento de Esgoto Municipal – ETE Pena Branca que tratará os efluentes oriundos destes bairros e de parte da zona leste da cidade, antes que desaguem no Rio Piaí.

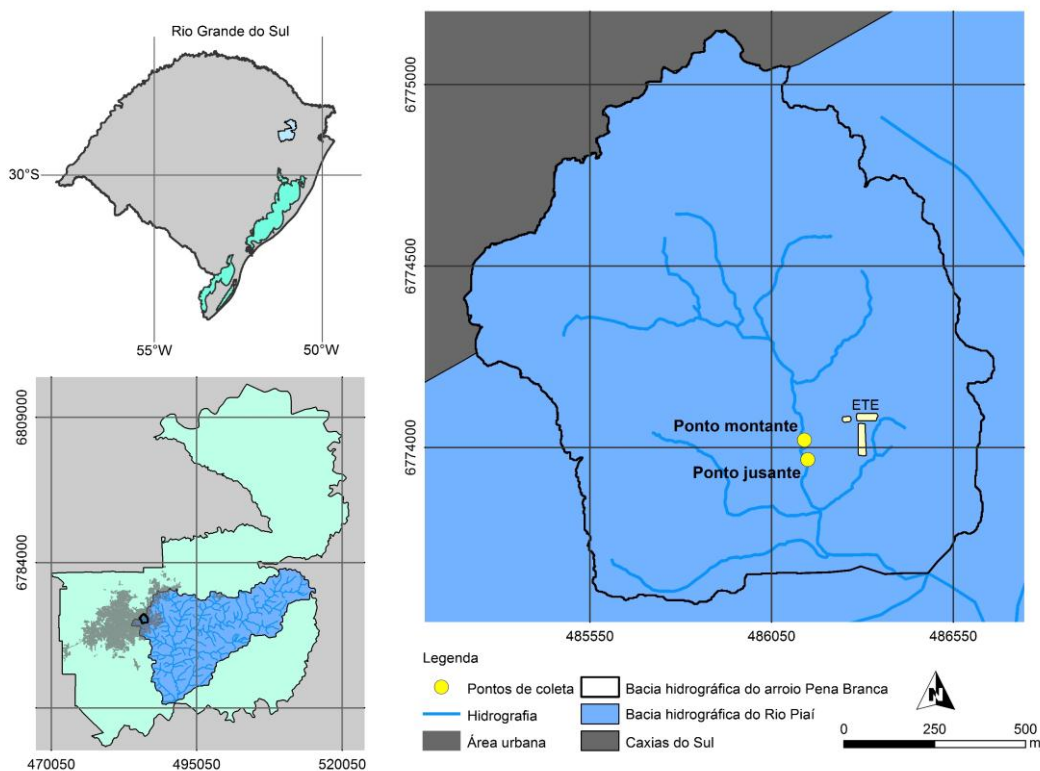


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

### Coleta de amostras

As amostras foram coletadas em dois pontos situados no arroio sem denominação: um a montante e outro a jusante do ponto de lançamento do efluente tratado da ETE, no período de junho de 2010 a maio de 2016. As coletas seguiram orientações descritas pela NBR nº 9.898 (ABNT, 1987) e pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011). Os frascos contendo as amostras foram acondicionados em recipientes apropriados e mantidos sob refrigeração a 4°C até o início dos ensaios em laboratório.

Foram analisados 16 parâmetros físico-químicos e biológicos, constantes na Licença de Operação da ETE, alguns com coleta mensal e alguns com coleta trimestral, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros, periodicidade e total de amostragem.

Parâmetro	Periodicidade	Total de amostragem
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	Mensal	68
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5) (mg/L)		
Demanda Química de Oxigênio (DQO) (mg/L)		
Nitrogênio Total Kjeldahl (mg/L)		
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)		
pH (in loco)		
Sólidos Suspensos totais (mg/L)		
Temperatura (°C) (in loco)		

Parâmetro	Periodicidade	Total de amostragem
Arsênio (mg/L) Chumbo total (mg/L) Cianeto total (mg/L) Cromo Hexavalente (mg/L) Mercúrio (mg/L) Níquel (mg/L) Substâncias Tensoativas (mg/L LAS)	Trimestral	25

#### *Enquadramento do corpo hídrico receptor conforme CONAMA 357/05*

Conforme a Resolução CRH nº 50/08 e 53/09 (RIO GRANDE DO SUL, 2008; 2009), as águas da bacia do Rio Piaí, no trecho em que se situa o arroio sem denominação, são enquadradas como Classe 3, meta estabelecida para atendimento num horizonte de 20 anos. Utilizando os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), foi avaliada a conformidade do trecho para a meta estabelecida no enquadramento.

#### *Análise estatística dos resultados*

Os resultados foram avaliados primeiramente através de estatística descritiva. Para verificar se as diferenças, entre os resultados dos pontos a montante e a jusante da ETE, foram significativas ( $p < 0,05$ ), os mesmos foram avaliados quanto à normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, para os parâmetros com resultados que atenderam a normalidade, foi aplicado o teste t-student e os que não atenderam, foi aplicado o teste de Mann-Whitney. As análises foram executadas utilizando o software estatístico SYSTAT para Windows, versão 12 (SYSTAT SOFTWARE, 2007).

## RESULTADOS

O arroio sem denominação avaliado, conforme Resolução CRH nº 50/08 e 53/08 (RIO GRANDE DO SUL, 2008; 2009), no horizonte de 20 anos deve ser enquadrado como de Classe 3. Na Tabela 2 é apresentado o percentual de coletas em que os parâmetros atenderam aos limites estabelecidos para a Classe 3, para os dois pontos amostrados.

Tabela 2. Padrões de Qualidade para águas de classe 3 e percentual de coletas que atenderam ao limite.

Parâmetros	Limite Classe 3*	Pontos de amostragem	
		Montante	Jusante
% de amostras que atenderam ao limite da Classe 3			
Arsênio (mg/L)	0,033	100	96
Chumbo total (mg/L)	0,033	0	0
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	4.000	4	12
Cromo total (mg/L)	0,05	88	88
DBO (mg/L)	10	56	67

Parâmetros	Limite Classe 3*	Pontos de amostragem	
		Montante	Jusante
		% de amostras que atenderam ao limite da Classe 3	
Mercúrio (mg/L)	0,002	88	92
Níquel total (mg/L)	0,025	4	4
Nitrogênio Amoniacal total (mg/L)	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5	84	87
pH	6 a 9	100	100
Substâncias Tensoativas (mg/L LAS)	0,5	64	80

\* Brasil (2005)

Dos 10 parâmetros avaliados, 5 deles aumentaram seus percentuais de atendimento a Classe 3 no ponto a jusante, quando comparado ao ponto a montante, como pode ser observado na Tabela 2. Os menores percentuais de atendimento foram observados para os parâmetros de chumbo, níquel e coliformes termotolerantes, decorrentes do despejo de efluentes domésticos e industriais no curso oriundos dos bairros do entorno. Os únicos parâmetros que atenderam aos limites em praticamente todas as amostragens foram o pH e arsênio. O cromo atendeu aos limites, com os mesmos percentuais entre os dois pontos amostrados.

Considerando os resultados dos parâmetros físico-químicos e biológicos nos dois pontos e no período avaliado, com base nos valores de média e desvio padrão, verifica-se uma tendência de aumento de concentração do ponto a montante para o ponto a jusante dos parâmetros de arsênio, chumbo, mercúrio e sólidos suspensos totais, provavelmente relacionados ao lançamento de efluentes tratados da ETE (Tabela 3). Observa-se que os parâmetros com tendência a aumento são metais provavelmente originários da lavagem de vidrarias de laboratórios de análises da Universidade, pois os resíduos químicos líquidos não são descartados na rede coletora que chega até a estação. Os resíduos químicos líquidos são coletados separadamente e encaminhados para destinação adequada. As concentrações de cianeto, coliformes termotolerantes, cromo hexavalente, DQO, mercúrio, níquel, nitrogênio amoniacal e surfactantes apresentaram tendência à redução, indicando uma possível diluição destes parâmetros com o lançamento do efluente tratado da ETE, aumentado à vazão do arroio. Os demais parâmetros mantiveram as mesmas concentrações. A relação DQO/DBO ficou em média de 3,4 e 3,5, respectivamente, para ponto a montante e jusante. Segundo Von Sperling (1996), para esgotos domésticos brutos, a relação DQO/DBO varia em torno de 1,7 a 2,4. À medida que o efluente passa pelas diversas unidades de tratamento de esgoto, a relação vai aumentando, chegando ao efluente final do tratamento biológico com valor DQO/DBO superior a 3,0.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados dos testes de hipóteses, visando identificar se as diferenças de concentração são estatisticamente significativas ou não.

Tabela 3. Média e desvio padrão dos parâmetros avaliados para os dois pontos amostrados.

Parâmetro	Montante (Média; Desvio padrão)	Jusante (Média; Desvio padrão)
Arsênio total (mg/L)	0,003; ±0,003	0,004; ±0,008
Chumbo total (mg/L)	0,12; ±0,07	0,11; ±0,12
Cianeto total (mg/L)	0,09; ±0,27	0,02; ±0,03
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	632.527; ±1.957.449	409.897; ±1.262.954
Cromo hexavalente (mg/L)	0,7; ±1,9	0,5; ±0,8
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	11,5; ±6,2	9,8; ±5,9
DQO (mg/L)	34,1; ±14,5	29,7; ±13,8
Mercúrio total (mg/L)	0,0; ±0,0	0,0; ±0,2
Níquel total (mg/L)	0,4; ±0,6	0,2; ±0,3
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	10,0; ±4,2	9,5; ±4,8
Nitrogênio total kjeldahl (mg/L)	12,1; ±4,5	11,2; ±5,3
pH (Sem unidade)	7,3; ±0,3	7,3; ±0,3
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	0,1; ±0,0	0,1; ±0,0
Sólidos suspensos totais (mg/L)	10,7; ±2,8	11,0; ±4,0
Surfactantes (mg/L)	0,52; ±0,49	0,42; ±0,36
Temperatura da água (°C)	18,7; ±3,1	18,6; ±3,0
Relação DQO/DBO	3,4; ±1,5	2,5; ±1,6

Tabela 4. Resultados do teste de normalidade e testes de hipóteses (Mann-Whitney e t-Student).

Parâmetro	Shapiro – Wilk (p-value)	Mann-Whitney (U; p-value)	t-Student (t; p-value)
Arsênio total (mg/L)	0,000	252.000; 0,230	
Chumbo total (mg/L)	0,000	<b>421.000; 0,021</b>	
Cianeto total (mg/L)	0,000	373.500; 0,103	
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	0,000	<b>2789.000; 0,024</b>	
Cromo hexavalente (mg/L)	0,000	324.000; 0,782	
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	0,000	<b>2685.500; 0,073</b>	
DQO (mg/L)	0,001	2638.000; 0,113	
Mercúrio total (mg/L)	0,000	386.500; 0,132	
Níquel total (mg/L)	0,000	346.000; 0,497	
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,000	2497.000; 0,335	
Nitrogênio total kjeldahl (mg/L)	0,000	2617.000; 0,135	
pH (Sem unidade)	0,001	1942.000; 0,139	
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	0,000	2277.500; 0,992	
Sólidos suspensos totais (mg/L)	0,000	2367.000; 0,615	
Surfactantes (mg/L)	0,000	352.500; 0,436	
Temperatura da água (°C)	0,334		0.178; 0,859

Analisando os resultados dos testes estatísticos apresentados na Tabela 4, identifica-se que apenas o chumbo ( $p = 0,021$ ) e os coliformes termotolerantes ( $p = 0,024$ ) apresentaram variação significativa ( $p < 0,05$ ) entre o ponto a montante e o ponto a jusante. A  $DBO_5$  apesar de o resultado ser superior ao valor de  $p < 0,05$ , definido como significativo, também apresenta uma variação relativamente significativa entre os pontos amostrados, com  $p = 0,073$ .

Na Figura 2 são apresentadas as variações das concentrações de coliformes termotolerantes, chumbo e  $DBO_5$  nos dois pontos avaliados. Os coliformes termotolerantes apresentaram maior média, mediana e máxima concentração no ponto a montante, uma vez que o arroio drena área urbana com esgotos domésticos. O lançamento do efluente tratado da ETE acaba por diluir a carga orgânica oriunda dos bairros, reduzindo a concentração deste parâmetro, como demonstrado no gráfico.

Em relação ao chumbo, no ponto a montante, a maior parte das amostragens apresentou concentrações no limite de detecção do método de análise (0,118mg/L). No ponto a jusante, a concentração teve uma maior amplitude, bem como, a média e valor máximo, possivelmente pela contribuição do efluente tratado, já que a ETE é projetada para redução da carga orgânica e não de metais. Como comentado anteriormente, a provável origem do chumbo decorre da lavagem de vidrarias nos laboratórios de análises da Universidade.

Quanto a  $DBO_5$ , lembrando que o *p-value* ficou acima do valor definido de 0,05, observa-se uma redução dos valores de mínimo, máximo, média e mediana no ponto a jusante, comparado ao ponto a montante. A explicação para esta situação, como para a redução dos coliformes termotolerantes, deve-se ao lançamento do efluente tratado da ETE, que acaba por aumentar a vazão do arroio e diluir a carga orgânica.

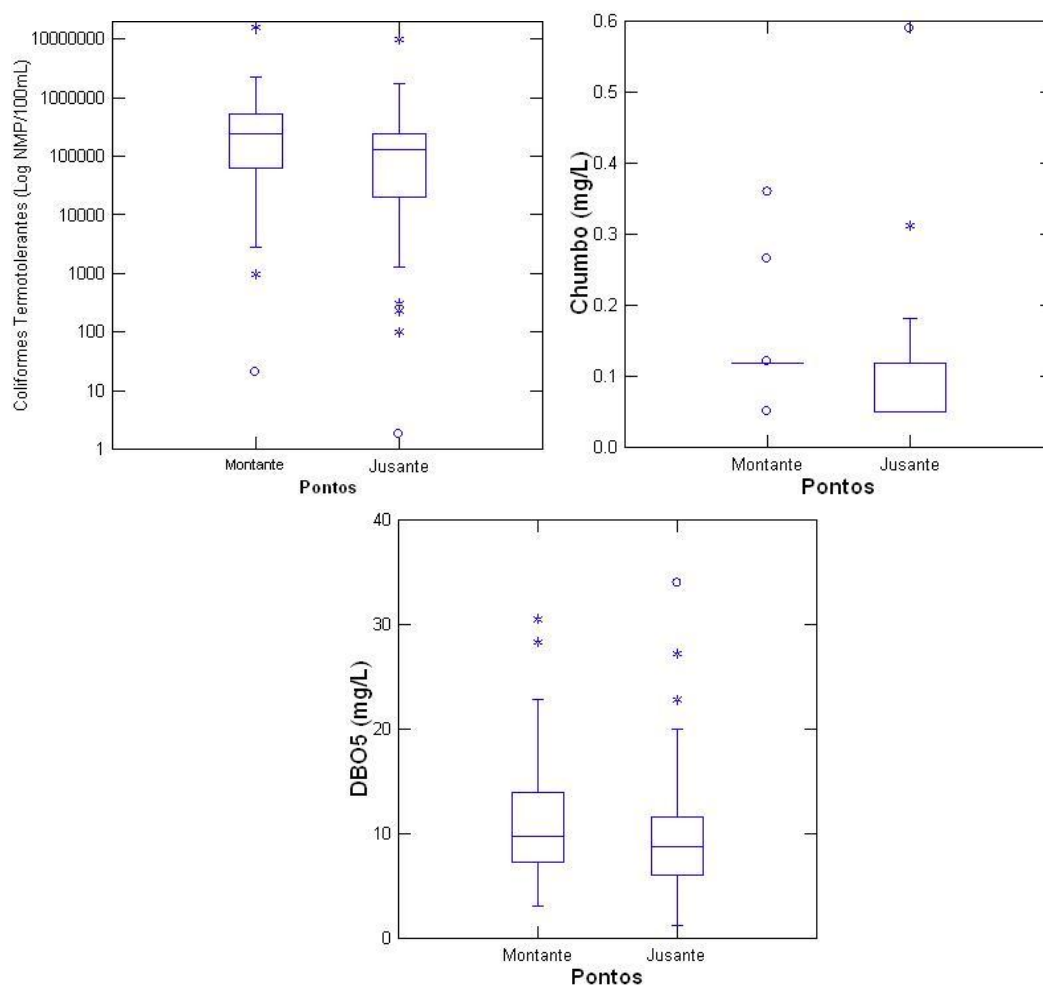


Figura 2. Variações das concentrações de coliformes termotolerantes, Chumbo e DBO<sub>5</sub> nos dois pontos avaliados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados de uma forma geral mostraram que o efluente tratado da ETE não impacta negativamente o arroio onde é lançado, com exceção do chumbo, que foi o único parâmetro analisado que apresentou aumento significativo entre o ponto montante e jusante, sendo que os demais parâmetros mantiveram suas concentrações ou reduziram.

O arroio sem denominação recebe contribuição de efluentes domésticos e industriais de bairros localizados nas imediações o que compromete a qualidade do mesmo. O lançamento de efluente tratado da ETE acaba por diluir as concentrações e melhorar sua qualidade.

Em relação à classificação do arroio com base nos limites da CONAMA 357/05 verifica-se que ações precisam ser tomadas, para tratar o efluente oriundo dos bairros, buscando melhorar a qualidade do recurso hídrico e adequá-lo ao enquadramento proposto para a bacia hidrográfica que se insere.



## REFERÊNCIAS

ABNT (1987) NBR n° 9.898. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Associação Brasileira de Normas Técnicas: Rio de Janeiro, 1987.

ANA (2011) Agência Nacional de águas: Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 326 p, 2011.

BRASIL (1997) Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72p. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 20 de maio de 2017.

BRASIL (2005) Resolução CONAMA n° 357/05. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 mar. 2005.

BRASIL (2014) Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab\\_texto\\_editado\\_para\\_download.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab_texto_editado_para_download.pdf)>. Acesso em: 20 de maio de 2017.

PIRES, D.P.; SILVA, F.H.B.T. da; MONTEIRO, C.A.B. (2015) Avaliação da eficiência da estação de tratamento de esgoto ETE-Alegria em Teresina-PI. In: Anais do Congresso Técnico da Engenharia e da Agronomia. Fortaleza, Set. 2015, pp. 1-4.

RIO GRANDE DO SUL (2008) Conselho de Recursos Hídricos. Resolução CRH n° 50, de 6 de novembro de 2008. Aprova o Enquadramento das águas das bacias hidrográficas dos rios Caí, Pardo, Tramandaí e do Lago Guaíba. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/>> Acesso em: 25 ago. 2013.

RIO GRANDE DO SUL (2009) Resolução CRH n° 53, de 4 de março de 2009. Aprova os prazos máximos para atingir a meta final e a meta intermediária do enquadramento das águas da bacia hidrográfica do Rio Caí. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/>>. Acesso em: 07 out. 2013.

VERCELLINO, R. do A.; SALEMI, L.F.; ANDRADE, T.M.B. de; SILVA, R.W. da C.; VIDAS, N.B.; CAMARGO, P.B. de. (2015) Efluentes de estação de tratamento de esgoto: efeito sobre a qualidade de água de um rio de pequeno porte. *Nativa*. v. 03, n. 02, p. 131-134.

VON SPERLING, M. Princípios básicos do tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte, UFMG. v.2. 1996.