



CAPACIDADE DE SUPORTE DOS CORPOS HÍDRICOS RECEPTORES DE EFLUENTES TRATADOS EM SÃO LEOPOLDO

Lais Fernandes de Moraes⁽¹⁾

Bióloga (UFRGS), Especialista em Elaboração de Projetos para a Gestão Municipal (IFCE/ANA), Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (IPH/UFRGS/ANA). Supervisora do Departamento de Gestão Ambiental do Serviço Municipal de Água e Esgotos de São Leopoldo (Semae).

Aline Silveira Barreto⁽²⁾

Engenheira Química (Feevale), Especialista em Engenharia de Saneamento (Unisinos), Mestre em Tecnologia dos Materiais e Processos Industriais (Feevale), Doutoranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (UFRGS).

Caroline Theves Carabajal⁽³⁾

Engenheira Mecânica (IFSul), Mestranda em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (UFRGS), Pós-graduanda em Engenharia do Saneamento (Unisinos).

Mylena Demeneghi Scherer⁽⁴⁾

Engenheira Química (Unisinos), Mestranda em Engenharia Civil (Unisinos).

Rafaella da Costa Bonalume⁽⁵⁾

Graduanda em Engenharia Química (IFRS).

Endereço⁽¹⁾: Rua: Emílio H. Dexheimer, 404 – Jardim América – São Leopoldo – Rio Grande do Sul - CEP: 93032-200 - Brasil - Tel: +55 (51) 3579-6042 - e-mail: lais.moraes@semae.rs.gov.br.

RESUMO

O presente trabalho avaliou a capacidade de suporte dos arroios João Corrêa, Kruse, Palmeira e da Manteiga, corpos hídricos receptores dos efluentes tratados das Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários, localizadas no município de São Leopoldo – RS. Para a análise, foram utilizados dados obtidos em relatórios técnicos e laudos hidrológicos realizados para os arroios em questão. A avaliação da capacidade de suporte foi realizada através dos resultados das razões de diluição obtidas para cada arroio e comparando-as com os padrões exigidos pela Resolução Conesma nº 355/2017. Com o estudo, observou-se que três dos arroios analisados não teriam capacidade de diluição do efluente tratado, apenas se somadas as suas vazões com o Rio dos Sinos, que seria o corpo hídrico receptor final.

PALAVRAS-CHAVE: Arroios, tratamento de esgotos, capacidade de suporte.

INTRODUÇÃO

O município de São Leopoldo, área de estudo do presente trabalho, localiza-se no estado do Rio Grande do Sul, na Região Metropolitana de Porto Alegre e tem seus sistemas de captação, tratamento e distribuição de água, e coleta, tratamento e lançamento de efluentes, realizados por uma Autarquia Municipal. A captação da água a ser tratada e distribuída para a população de aproximadamente 280 mil habitantes, é feita no Rio dos Sinos e o tratamento dos efluentes domésticos gerados pela população é realizado em cinco estações de tratamento de esgotos (ETEs) espalhadas pelo município.

As sub-bacias hidrográficas da área de estudo estão inseridas no contexto regional da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, mais precisamente no trecho do Baixo Sinos (BS), sub-bacias BS4, BS5 e BS6 definidas, através do Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (COMITESINOS, 2014). As sub-bacias são formadas pelo conjunto de outras microbacias locais normalmente compostas por áreas de drenagens de arroios, que no caso deste trabalho, formam as microbacias dos Arroios: Palmeira, João Córrea, Kruse e Manteiga.

O Arroio Palmeira é o corpo receptor do efluente tratado da ETE Feitoria e possui três nascentes: uma em São Leopoldo e duas em Novo Hamburgo, ambas próximas às divisas dos municípios até seu ponto de deságue no Rio dos Sinos (SEMAE-CRVR, 2019).



O Arroio João Corrêa é o corpo receptor do efluente tratado da ETE Vicentina, apresenta suas nascentes na região sul do município de São Leopoldo. Apresentando padrão de drenagem dendrítica, percorre cerca de 19 km até chegar à sua foz, sendo 3,2 km de canalização fechada (SEMAE, 2018).

O Arroio Kruse é o corpo receptor do efluente tratado da ETE Tarcílio Nunes e possui uma nascente em Novo Hamburgo, próxima à divisa entre os municípios até seu ponto de deságue no Rio dos Sinos (SEMAE, 2019a), percorre cerca de 21,8 km (SEMMAM, 2012).

O Arroio da Manteiga é o corpo receptor do efluente tratado da ETE Tancredo Neves, apresenta suas nascentes na região norte do município de São Leopoldo, próximas as sub-bacias dos arroios Bopp e Cerquinha, percorrendo cerca de 11,6 km até seu ponto de deságue no Rio dos Sinos (SEMAE, 2019b).

No município de São Leopoldo são adotados os dois tipos básicos de sistemas de esgotamento sanitário: o individual e o coletivo. O primeiro tipo foi adotado nas áreas menos densamente habitadas e onde o meio apresentava condições de assimilar o efluente tratado. Já o segundo tipo foi adotado nas áreas mais densamente povoadas, bairros centrais e adjacentes e concentra os esgotos em Estações de Tratamento de Esgoto. Estas por sua vez recebem afluentes das redes do tipo separador absoluto ou do tipo misto, quando o transporte é feito pela drenagem do esgoto pluvial (VON SPERLING, 2018). O sistema misto exige a instalação de estações de tratamento de maior porte (caso da ETE Feitoria), uma vez que recebe a vazão de esgoto acrescida a de águas pluviais e acabam realizando o tratamento dos picos de vazão de chuva, caracterizados por serem altamente contaminadas. Entretanto, como aspecto negativo envolve a instalação de galerias pluviais em quase todas as vias, adoção de tubulações de maior diâmetro e a ocorrência de odores nas bocas de lobo. Já para o sistema separador absoluto (caso da ETE Vicentina) se requer uma fiscalização mais efetiva das ligações residenciais e industriais de esgoto, de modo evitar o lançamento irregular nas redes de coleta, tanto de águas pluviais quanto de efluentes industriais.

O esgoto sanitário é composto por esgotos domésticos (das residências, comércios e instituições diversas), por águas de infiltração e eventualmente por despejos industriais de diferentes origens. A geração de esgoto doméstico varia em virtude de diversos fatores. Temporalmente, o consumo de água e a geração de esgoto em um local oscilam ao longo do dia (variações horárias), semanais ou ao longo do ano (sazonais). Diariamente, observa-se um pico de consumo mais pronunciado no início da manhã e outro mais distribuído, no início da noite (JORDÃO e PESSÔA, 2014).

Adicionalmente, a vazão de esgoto ainda está sujeita a alguns fatores que não deveriam interferir, tais como a ocorrência de ligações clandestinas dos esgotos à rede pluvial, bem como contribuições de águas pluviais à rede de esgoto (TSUTIYA e SOBRINHO, 1999). O encaminhamento de águas pluviais à rede de esgoto é ilegal, mas ocorre e deve ser considerada no dimensionamento dos interceptores (ABNT, 2016). A incompleta cobertura de rede coletora de esgotos sanitários nas cidades, a existência de ligações clandestinas, somada aos extravasamentos das redes coletoras impedem que todo o esgoto sanitário gerado afluente às Estações de Tratamento de Esgotos (VON SPERLING, 2018), contribuindo para o lançamento de efluentes não tratados aos corpos hídricos receptores.

As causas da perda de qualidade dos recursos hídricos são o lançamento de efluentes e de esgotos sanitários sem o devido tratamento, o inadequado descarte de resíduos sólidos, bem como a poluição de fontes pontuais ou difusas (LIMA, 2016), que comprometem ainda mais a capacidade de depuração dos corpos d'água. A contaminação hídrica é um dos principais problemas ambientais enfrentados pela população, estando diretamente ligada à perda das condições de saúde dos indivíduos, especialmente os dos grupos mais vulneráveis (PAIVA, 2018), que estão sujeitos ao contato com águas de qualidade comprometida.

As características de qualidade de um curso d'água é resultado das atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica. Em cursos d'água com poucos indícios de poluição não há microrganismos termotolerantes, os valores de DBO tendem a permanecer na faixa de 1 a 3 mg/l, enquanto os valores de oxigênio dissolvido geralmente são superiores a 8 mg/l.

OBJETIVOS

São objetivos desse trabalho, avaliar os estudos hidrológicos realizados para a definição das vazões de referência dos corpos hídricos receptores dos efluentes tratados do município; realizar a determinação das razões de diluição dos efluentes tratados em cada um dos corpos hídricos; fazer a comparação entre os padrões de lançamento, em diferentes parâmetros, com as razões de diluição obtidas para cada corpo receptor; e verificar o potencial de depuração de cada um dos corpos hídricos frente aos dados obtidos.



METODOLOGIA UTILIZADA

Para definição da vazão de referência dos corpos hídricos receptores (Q_{chr}), foram adotados os referenciais sancionados pelos Comitê de Bacia do Rio dos Sinos (COMITESINOS), juntamente ao consórcio Pró-Sinos e consultoria técnica contratada através do Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (PROFILL, 2013), Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (COMITESINOS, 2014) e Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica Rio dos Sinos (AGRA, 2015).

Devido à inexistência de registros fluviométricos nas seções dos arroios em estudo, utilizou-se a metodologia de regionalização de vazões (TUCCI, 2002) para estimar as vazões de referência. Os laudos e relatórios técnicos avaliados, utilizaram-se das informações providas de estações fluviométricas existentes e associadas a bacias de drenagem com características similares às das áreas estudadas.

RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 1 apresenta as vazões de referência (Q90%) – vazões representativas do limite superior de utilização da água em um corpo hídrico – e as vazões médias de longo período (Q_{mlp}) – vazões que caracterizam a média das vazões médias diárias anuais – dos corpos hídricos receptores – arroios Kruse, João Corrêa, da Manteiga e Palmeira – que foram calculadas através do método de regionalização de vazões, em estudos hidrológicos realizados entre os anos de 2018 e 2019, bem como a vazão dos efluentes tratados pelas respectivas ETEs que lançam nestes corpos hídricos. Os valores das vazões de referência dos corpos hídricos receptores, equivalem ao valor da curva de permanência Q90%, ou seja, 90% do tempo o corpo hídrico apresenta vazão igual ou superior à ela, determinada justamente como vazão de referência para toda a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos em deliberação (reunião extraordinária do dia 28/05/2014), devido à viabilidade técnica para suportar os níveis de demandas da atual bacia, além de ser o referencial já adotado para a Divisão de Outorga do Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente. (SEMAE, 2018; SEMAE, 2019a,b; SEMAE-CRVR, 2019).

Tabela 1 – Vazões de Referência dos Corpos Hídricos Receptores e dos efluentes tratados.

NOME DO ARROIO (CHR)	VAZÃO DE REFERÊNCIA (Q90%) (m ³ /s)	VAZÃO MÉDIA DE LONGO PERÍODO (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
Arroio Kruse	0,12	0,46	0,000637
João Corrêa	0,6	0,28	0,1
Arroio Manteiga	0,04	0,14	0,02
Arroio Palmeira	0,14	0,69	0,051

Fonte: Os autores.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para seu enquadramento por meio da Resolução nº 357/2005. Os padrões de qualidade dos corpos hídricos receptores para cursos d'água enquadrados como Classe 2 de água doce. Na Tabela 2 estão apresentados os padrões de qualidade, de acordo com o Art. 15, no qual indica a aplicação dos valores de enquadramento dos corpos hídricos para classe 2.

Tabela 2 – Padrões de Qualidade para Corpo Hídrico Receptor Classe 2 - Água Doce

PADRÕES DE QUALIDADE PARA CORPO HÍDRICO RECEPTOR CLASSE 2 - ÁGUA DOCE	
PARÂMETRO	VALOR MÁXIMO (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357/2005)
DBO5	5 mg/L
Fósforo Total	0,1 mg/L
Nitrogênio Amoniacal	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Coliformes Termotolerantes	1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral

Fonte: Os autores.

Os arroios em São Leopoldo não estão listados no plano de enquadramento no Plano de Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (COMITESINOS, 2014), portanto, os corpos hídricos não apresentam enquadramento atual, assim, classificam-se como classe 2 de acordo com o estabelecido na Resolução Conama nº 357/2005 devido a omissão de classe oficial.

DETERMINAÇÃO DAS RAZÕES DE DILUIÇÃO

O conhecimento da utilização da razão de diluição na prática, permite estimar rapidamente o impacto do lançamento de efluentes nos cursos d'água, pois "a diluição tem grande influência na capacidade de assimilação de um rio" (VON SPERLING, 2018).

$$\text{Razão de Diluição} = Q_{CHR}/Q_{EF} \quad \text{Equação (1)}$$

$$Q_{CHR}/Q_{EF} > \text{Padrão de Emissão/ Concentração na Classe} \quad \text{Inequação (2)}$$

No estado do Rio Grande do Sul os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no estado são definidos e fixados pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente – Consema, por meio da Resolução nº 355/2017.

Em adição, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM, por meio da Diretriz Técnica nº 04/2018, estabeleceu o escopo para apresentação dos laudos Hidrológicos requeridos para licenciamento ambiental, tendo em vista a necessidade de determinação da vazão de referência para atendimento ao disposto na Resolução Consema nº 355/2017, para avaliação dos padrões de lançamento a serem estabelecidos pelos órgãos ambientais licenciadores. Os laudos devem apresentar estudos de capacidade de suporte do corpo hídrico receptor dos efluentes e determinação da Razão de Diluição dos Arroios.

Após encontrada as razões de diluição dos Arroios em questão, foi realizada a multiplicação dos valores de diluição por cada um dos parâmetros de qualidade da tabela de enquadramento para Classe 2, conforme Resolução Conama nº 357/2005. Para avaliação da capacidade de suporte os valores da multiplicação foram comparados com a inequação (2). Abaixo encontram-se as tabelas resumo da comparação dos Arroios.

Tabela 3 – Capacidade de suporte Arroio João Corrêa.

PARÂMETRO	PADRÃO DE EMISSÃO (mg/L)	RAZÃO		CAPACIDADE DE SUPORTE \geq	ATENDIMENTO
	VALOR MAIS RESTRITIVO (CONSEMA Nº 355/2017)	Q_{CHR}/Q_{EF}	PADRÃO DE EMISSÃO / CONCENTRAÇÃO NA CLASSE		
DBO5	60 mg/L	6	12	$6 < 12$	Não atende
Fósforo Total	2 mg/L		20	$6 < 20$	Não atende
Nitrogênio Amoniacal	20 mg/L		5,4	$6 > 5,4$	Atende
			10	$6 < 10$	Não atende
			20	$6 < 20$	Não atende
			40	$6 < 40$	Não atende
Coliformes Termotolerantes	$10^4 = 10.000$		10	$6 < 10$	Não atende

Fonte: Os autores.



Tabela 4 – Capacidade de suporte Arroio Kruse.

PARÂMETRO	PADRÃO DE EMISSÃO (mg/L)	RAZÃO		CAPACIDADE DE SUPORTE \geq	ATENDIMENTO
	VALOR MAIS RESTRITIVO (CONSEMA Nº 355/2017)	Q_{CHR}/Q_{Efl}	PADRÃO DE EMISSÃO / CONCENTRAÇÃO NA CLASSE		
DBO5	60 mg/L	188,38	12	188,38 > 12	Atende
Fósforo Total	2 mg/L		20	188,38 > 20	Atende
Nitrogênio Amoniacal	20 mg/L		5,4	188,38 > 5,4	Atende
			10	188,38 > 10	Atende
			20	188,38 > 20	Atende
Coliformes Termotolerantes	$10^4 = 10.000$		40	188,38 > 40	Atende
		10	188,38 > 10	Atende	

Fonte: Os autores.

Tabela 5 – Capacidade de suporte Arroio da Manteiga

PARÂMETRO	PADRÃO DE EMISSÃO (mg/L)	RAZÃO		CAPACIDADE DE SUPORTE \geq	ATENDIMENTO
	VALOR MAIS RESTRITIVO (CONSEMA Nº 355/2017)	Q_{CHR}/Q_{Efl}	PADRÃO DE EMISSÃO / CONCENTRAÇÃO NA CLASSE		
DBO5	70 mg/L	2	14	2 < 14	Não Atende
Fósforo Total	3 mg/L		30	2 < 30	Não Atende
Nitrogênio Amoniacal	20 mg/L		5,4	2 < 5,4	Não Atende
			10	2 < 10	Não Atende
			20	2 < 20	Não Atende
Coliformes Termotolerantes	$10^5 = 100.000$		40	2 < 40	Não Atende
		100	2 < 100	Não Atende	

Fonte: Os autores.

Tabela 6 – Capacidade de suporte Arroio Palmeira

PARÂMETRO	PADRÃO DE EMISSÃO (mg/L)	RAZÃO		CAPACIDADE DE SUPORTE \geq	ATENDIMENTO
	VALOR MAIS RESTRITIVO (CONSEMA Nº 355/2017)	Q_{CHR}/Q_{Efl}	PADRÃO DE EMISSÃO / CONCENTRAÇÃO NA CLASSE		
DBO5	60 mg/L	2,84	12	2,84 < 12	Não atende
Fósforo Total	2 mg/L		20	2,84 < 20	Não atende
Nitrogênio Amoniacal	20 mg/L		5,4	2,84 < 5,4	Não atende
			10	2,84 < 10	Não atende
			20	2,84 < 20	Não atende
Coliformes Termotolerantes	$10^4 = 10.000$		40	2,84 < 40	Não atende
		10	2,84 < 10	Não atende	

Fonte: Os autores.



ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir do trabalho realizado foi possível mensurar a capacidade de suporte dos corpos hídricos e avaliar quais destes têm condições para atender à demanda de recebimento de efluentes líquidos tratados nas ETEs do município. No cálculo da capacidade suporte, foi observado que, dos quatro parâmetros analisados, o Arroio João Corrêa apresenta não atendimento em 3 destes, mostrando-se eficiente na depuração dos efluentes apenas no parâmetro nitrogênio amoniacal total, em pH menor do 7,5. Para os Arroios Palmeira e da Manteiga, o cenário se mostra desfavorável, pois 100% dos resultados apresentam incapacidade de suporte, em todos os parâmetros verificados.

Tais resultados indicam que, para os parâmetros analisados, mesmo que as ETEs lancem efluentes que atendam a legislação, considerando-se somente os padrões de emissão, os arroios não suportam o aporte de cargas. O que possivelmente está relacionado a lançamentos irregulares de efluentes nos arroios e esgotos não tratados, uma vez que a coleta de esgoto sanitário não abrange todas as localidades do município.

Por outro lado, os resultados obtidos, para o corpo receptor Arroio Kruse, apontaram conformidade com a inequação estabelecida pelo CONSEMA para 100% dos parâmetros.

Sendo assim, pode-se inferir que os arroios João Corrêa, Palmeira e da Manteiga apresentam características de classe inferior, e não classe 2, enquanto o arroio Kruse pode ter seu enquadramento considerado como classe 2.

De acordo com Von Sperling (2018), estes cálculos de razão de diluição apesar de se mostrarem práticos, na realidade são valores aproximados, pois levam em consideração que a vazão total do ponto de mistura é apenas a vazão do corpo hídrico. Deve-se considerar para fins de licenciamento a vazão do rio/arroio somada a vazão do efluente e para se obter valores mais precisos, recomenda-se usar para cálculo da concentração de mistura o somatório das concentrações do corpo hídrico e do efluente imediatamente a montante do ponto de mistura, conforme equação:

$$C = \frac{Q_{CHR} * C_{CHR} + Q_{En} * C_{En}}{Q_{CHR} + Q_{En}} \quad \text{Equação (3)}$$

CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que os arroios João Corrêa, Palmeira e da Manteiga não apresentam autodepuração suficiente analisando-se os parâmetros DBO5, fósforo total, nitrogênio amoniacal total e coliformes termotolerantes, com exceção do arroio João Corrêa para o parâmetro nitrogênio amoniacal total em condições de pH inferiores a 7,5. Já o arroio Kruse apresenta autodepuração suficiente para os parâmetros analisados. Ressalta-se que os cálculos foram realizados considerando-se o enquadramento dos arroios na Classe 2 e, com isto, percebe-se que se faz necessário o enquadramento oficial destes corpos hídricos pelo comitê de bacia.

Observando os dados calculados de capacidade de suporte dos arroios João Córrea e Palmeira, nota-se que a relação entre vazão de referência dos corpos hídricos receptores e as vazões dos efluentes, não satisfazem a inequação estabelecida no Art. 7º da Resolução Consema nº 355/2017, os arroios servem como meio de escoamento dos efluentes das ETEs Vicentina e Feitoria até o Rio dos Sinos. Sendo assim, sugere-se que para atendimento da referida resolução, deva-se considerar o Rio dos Sinos como corpo hídrico receptor final, visto que a sua vazão de referência é de 20,05 m³/s. Desta forma, os valores das razões de diluição na desembocadura dos arroios afluentes são maiores que os valores da razão entre padrão de emissão e concentração na Classe II, satisfazendo a inequação estabelecida. Ressalta-se que mesmo com o acréscimo das vazões dos arroios à razão de diluição no Rio dos Sinos, este, por suas características, apresenta capacidade de diluição e suporte.

Segundo Von Sperling (2018), para atingir metas de qualidade de água, deve-se buscar estratégias de controle da poluição em cursos d'água através de uma visão regional de enfrentamento dos impactos em bacias hidrográficas. "Quando se emprega um enfoque regional, uma grande variedade de estratégias alternativas torna-se disponível para a melhoria da qualidade de água dos recursos hídricos, normalmente com maior economia e segurança" (VON SPERLING, 2018, p.189). Dentre as alternativas, podem ser citadas: aumento da cobertura e tratamento de esgotos, regularização da vazão dos cursos d'água; aeração do corpo hídrico para aumentar a concentração de oxigênio dissolvido; aeração dos esgotos tratados (vertedores ou escadas de aeração) para aumentar os níveis de O.D. no ponto de lançamento e alocação de outros usos para os cursos d'água comprometidos.

Cabe destacar que a instalação e a operação das ETEs no município são anteriores à publicação da resolução Consema 355/2017, e que os indicadores de eficiência de tratamento e de remoção de carga demonstram-se favoráveis. Além disso, é realizado o monitoramento do lançamento de efluentes tratados nos arroios em São



Leopoldo e percebe-se um impacto ambiental positivo. Ao considerarmos a realidade da grande maioria dos municípios brasileiros que carecem de esgotamento sanitário adequado, faz-se extremamente necessário a ampliação da rede de coleta de esgotos sanitários, a interceptação do lançamento de efluentes *in natura* e a destinação para tratamento nas ETEs municipais, para evitar o comprometimento ainda maior dos cursos d'água em áreas já densamente povoadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Técnica ABNT NBR 12207:2016 - Projeto de interceptores de esgoto. Rio de Janeiro, 2016.
2. AGRA, S. G. & COMITESINOS, Balanço Hídrico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, 2015. Disponível em: <http://www.comitesinos.com.br/arquivos/balanco-hidrico-da-bacia-hidrografica-do-rio-dos-sinos---jun-2015--relatorioautor--sidnei-agra-2016-03-02-1495030574.pdf>. Acesso em: 16/05/2020
3. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005. Brasília, DF, 2005.
4. COMITESINOS. Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, 2014. Disponível em: <http://www.prosinos.rs.gov.br/downloads/Meta%203%20-%20Ativ.%203.3%20-%20Situa%C3%A7%C3%A3o%20Rec.%20H%C3%ADdricos.pdf>.
5. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM. Diretriz Técnica nº 4. 2018. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/CENTRAL/DIRETRIZES/DIRET_TEC_04_2018.PDF> Acesso em: 21/05/2022
6. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C.A. Tratamento de Esgotos Domésticos, Associação Brasileira de engenharia Sanitária e Ambiental., 7 ed., 2014.
7. LIMA, R. N. S., et al. Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da usina hidrelétrica de funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica. *Eng. Sanit. Ambient.*, v. 21, n. 1, p. 139-150, 2016.
8. PAIVA, R. F. S.; SOUZA, M. F. P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, 2018.
9. PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE LTDA. Comitê Sinos. Relatório Final – Fase Inicial - Fase A. Planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Porto Alegre – RS, 2013. 282 p.
10. SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução Consema nº 355 de 19/07/2017. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201707/19110149-355-2017-criterios-e-padroes-de-emissao-de-efluentes-liquidos.pdf> Acesso em: 21/05/2022.
11. SEMMAM- SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE, Prefeitura Municipal de São Leopoldo, Atlas socioambiental de São Leopoldo. São Leopoldo, 2012. 224p.
12. SEMAE – Relatório Técnico – Estudo de Capacidade de Suporte do Corpo Hídrico Receptor Arroio João Córrea. SMO Ambiental, 2018.
13. SEMAE(a) – Estudo Hidrológico e da Capacidade de Suporte do Corpo Hídrico Receptor da ETE Tancredo Neves, Arroio Manteiga – Mandala Soluções em Engenharia Ambiental, 2019.
14. SEMAE(b) – Estudo Hidrológico e da Capacidade de Suporte do Corpo Hídrico Receptor da ETE Tarcílio Nunes, Arroio Kruse – Mandala Soluções em Engenharia Ambiental, 2019.
15. SEMAE-CRVR – Laudo Técnico Hidrológico. Trajeto Ambiental, 2019.

16. TUCCI, C. E. M. Regionalização de vazões. Editora da Universidade/UFRGS, 2002.
17. TSUTIYA, M.T.; SOBRINHO, P.A. Coleta e transporte de esgoto sanitário. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo., 1ª ed., São Paulo, 1999.
18. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4ª edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2018.