IV-039 - ESTUDO DE IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES DE ETE EM REPRESA USADA COMO CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

Gerson F. Fattori
Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Mestre em Infraestrutura dos Transportes e Logística pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Ex-professor de Engenharia Sanitária da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Ex-professor Substituto de Engenharia Sanitária do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS. Engenheiro Consultor.

Endereço: Rua da República, 717 - Farroupilha - RS - CEP: 95180-000 - Brasil - Tel: (54) 3268-1749 - e-mail: g_fattori@terra.com.br

RESUMO

O crescimento natural das cidades muitas vezes impõe a ocupação de áreas urbanas ainda não urbanizadas, trazendo preocupações à população com os impactos que poderão surgir. Especialmente em glebas situadas próximas aos mananciais nos quais é captada a água para, após tratamento, ser distribuída à população, a preocupação se torna ainda maior, exigindo dos órgãos responsáveis pela aprovação de tais projetos uma manifestação conclusiva a respeito. O presente trabalho procura abordar apenas o impacto, na qualidade das águas do corpo receptor, produzido pelos efluentes sanitários provenientes da ocupação de projeto de parcelamento do solo com fins residenciais. Será considerada, especificamente, a qualidade das águas de represa situada 1,6km a jusante, na qual é captada parte da água distribuída à população da cidade.

PALAVRAS-CHAVE: Efluentes de ETE, Lançamento de efluentes, Qualidade das águas.

INTRODUÇÃO

O presente estudo busca identificar e analisar os impactos provocados na qualidade das águas de represa situada na cidade de Farroupilha, no Rio Grande do Sul, devido ao lançamento dos efluentes da estação de tratamento de esgoto a ser implantada em projeto de parcelamento do solo com 124 lotes residenciais destinados a ocupação unifamiliar para pessoas de padrão médio.

A referida represa é um dos mananciais utilizados pela CORSAN, concessionária de saneamento na cidade de Farroupilha, para a captação, tratamento e distribuição de água à população da cidade.

Atualmente, inexiste sistema de coleta e tratamento de esgoto na região em que será implantado o projeto de parcelamento do solo. Contudo, por imposição da legislação municipal vigente, o empreendimento deverá contar com rede coletora e estação de tratamento de esgoto - ETE, cujos efluentes alcançarão a represa na qual é captada, aproximadamente, 30% da água tratada distribuída aos habitantes da cidade.

METODOLOGIA

Para determinar o impacto de emissões de cargas poluidoras em corpos hídricos é necessário conhecer as vazões de lançamento e do corpo receptor. Por se tratar de lago formado pelo represamento, o volume de água nele acumulado bem como as características da água no ponto de captação também deverão ser conhecidos.

Estabelecidas estas variáveis é possível determinar o impacto provocado pela descarga de efluentes de uma estação de tratamento de esgoto – ETE nas águas da represa.

Neste caso específico no qual os efluentes da ETE serão lançados inicialmente num curso d'água corrente, nele escoando 1,6km até alcançar a barragem, e considerando-se o fenômeno de autodepuração dos cursos d'água, primeiramente serão usados os modelos de indicação de qualidade de água de rios para estimar os padrões de qualidade do curso d'água no momento de alcançar as águas da barragem.

Na determinação do impacto nas águas da represa será usado o modelo hidráulico da mistura completa, pois é o mais adequado aos casos de lagos e represas bem misturadas.

Segundo Marcos Von Sperling na consagrada obra denominada "Estudos e modelagem da qualidade da água de rios", os modelos de indicação de qualidade da água de rios vêm sendo utilizados desde o surgimento do modelo clássico de oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) criado por Streeter e Phelps, em 1925. Este modelo representou um marco histórico da engenharia sanitária e ambiental.

Posteriormente, vários outros modelos foram sendo desenvolvidos. O modelo mais conhecido e utilizado é o QUAL2-E (ou na sua versão mais recente QUAL2-K), desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), o qual representa em maior profundidade os ciclos de oxigênio (O), nitrogênio (N) e fósforo (P) na água.

Baseado no modelo QUAL2-E, o professor Marcos Von Sperling, da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, desenvolveu um programa em Excel denominado QUAL-UFMG, disponibilizado para livre acesso no seu *saite*, possibilitando a simulação rápida e precisa do impacto provocado pelo lançamento pontual de esgoto ou por rios afluentes. Por se tratar de modelo reconhecido pela facilidade de usos e pelos gráficos gerados, o QUAL-UFMG será uma das ferramentas adotadas para determinar a qualidade das águas na entrada da barragem.

A SITUAÇÃO ATUAL

O arroio no qual serão lançados os efluentes da ETE a ser implantada no empreendimento pretendido é um curso d'água que está canalizado em toda a sua extensão situada no perímetro urbano consolidado da cidade. A partir do ponto onde deixa a canalização, o arroio segue a céu aberto, em extensão aproximada de 1600 metros, até encontrar a represa com capacidade de 1.350.000m³, na qual é captada aproximadamente 30% da água distribuída na cidade (50L/s). Segundo informações da CORSAN, as águas da represa são classificadas pela Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005, como Classe 2.

Por percorrer boa parte central da cidade e por estar canalizado neste trecho, o referido arroio recebe os efluentes dos prédios e construções existentes no entorno dele. O Relatório de Ensaio Nº 20985/2010, realizado através de laboratório credenciado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM, apresenta as condições atuais, no ponto de lançamento objeto do presente estudo, para os seguintes parâmetros: OD: 7,00mg/L; DBO_5^{20}: 25,0mg/L; DQO: 64,9mg/L; Sólidos Suspensos Totais: 879mg/L; Temperatura da amostra: 17ºC; Nitrogênio amoniacal: 9,14mg/L; Fósforo total: 1,92mg/L; Óleos e Graxas totais: < 10,0mg/L; pH: 6,40; Turbidez: 159,00UNT; Cor: 57mg/L PT; Coliformes termotolerantes: 173290,0NMP/100mL, Cianobactérias: 727cel/mL .

Segundo Von Sperling, 2007, há inúmeros índices de qualidade da água em utilização, sendo vários deles baseados no Índice de Qualidade das Águas – IQA, desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF), dos Estados Unidos. O IQA retrata, através de um índice único global, a qualidade das águas em um determinado ponto de monitoramento.

Conhecidos os parâmetros de qualidade das águas do arroio foi possível determinar o índice de qualidade de suas águas, qual seja IQA=22. Segundo os critérios da CETESB, as águas do arroio são classificadas como Ruim.

OS RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Duas grandezas relevantes em estudos de qualidade e poluição das águas são: a vazão de descarga num determinado curso d'água corrente ou dormente, e a vazão do corpo receptor, se corrente, isto é rio, ou o volume de água, se lago ou represa.

Outro dado importante é a vazão média de lançamento, "Q_{dommed}", que significa a quantidade média de esgoto domiciliar, tratado ou não, proveniente da ocupação plena do empreendimento de parcelamento do solo. A

Q_{dommed} é determinada através do produto do número de pessoas que irão ocupar o loteamento, vezes a contribuição individual de esgoto. A população é obtida pelo produto do número de lotes vezes o número de habitantes por lote.

No presente caso, o empreendimento contará com 124 lotes residências unifamiliares. O número de ocupantes é definido segundo os critérios da concessionária de saneamento, a qual estabelece a ocupação de 5 (cinco) habitantes por lote. A contribuição unitária é encontrada na NBR 7229/1993. Para ocupação de padrão alto, critério adotado pela CORSAN, a contribuição de esgoto é igual a 160L/hab.dia, valor reproduzido na NBR 13969/1997. Com estas grandezas a vazão domiciliar média é assim determinada:

$$Q_{dommed} = \text{NºLotes x NºHab/lote x Contribuição} \qquad \text{equação 1}$$

Utilizando a fórmula acima, obteve-se Q_{dommed}= 99.200L/d. Então, a produção média diária de esgoto domiciliar será 99,2m³/dia (1,148L/s). Para efeito de dimensionamento da rede coletora e da ETE, na vazão domiciliar média deverá ser acrescida a vazão de infiltração na rede.

A vazão de infiltração é obtida pelo produto do comprimento da rede coletora pela taxa de infiltração a qual é definida pela CORSAN como 0,5L/s.km.

Considerando que a rede deverá ter, aproximadamente, 500 m de extensão, a vazão de infiltração (Q_{inf}) será a seguinte: Q_{inf} = 0,25L/s.

A vazão média (Q_e) será obtida pela soma da vazão domiciliar média com a vazão de infiltração. No presente caso, Q_e = 1,398 L/s. Neste estudo será considerada a vazão de esgoto média, Q_e = 1,40 L/s.

A título de esclarecimento informa-se o seguinte. A extensão da rede coletora foi estimada uma vez não ter sido realizado o projeto de esgoto do empreendimento. Além disso, é pertinente salientar o critério da CORSAN de utilização de cinco habitantes por lote residencial unifamiliar, entretanto, segundo informações da própria concessionária de saneamento, na cidade de Farroupilha a ocupação domiciliar média é de 3,6 habitantes por domicílio. Assim, o presente estudo levará em conta uma contribuição de efluentes superior ao que efetivamente ocorrerá na prática.

Definida a vazão média diária de esgoto, o próximo passo é a definição da vazão do corpo receptor para o caso de lançamento em arroio, ou o volume de água para o caso de lagos ou represas.

O lançamento dos efluentes da ETE será no arroio situado nas proximidades do empreendimento, através dele alcançado à represa situada 1,6km a jusante. Então, é necessária a determinação da vazão média do corpo receptor, no caso o arroio sem denominação que escoa próximo ao loteamento.

Medida a velocidade das águas do arroio através de flutuador e considerando-se a largura e altura da lâmina de água no ponto de medição das velocidades, obteve-se 200L/s como vazão média do arroio receptor.

Consultada, a concessionária informa a capacidade de acumulação de 1.350.000m³ de água naquela represa. Além disso, no ponto de captação, as águas da represa são enquadradas na Classe 2, segundo a Resolução CONAMA 357/2005.

Definidas as vazões de lançamento e o volume da represa é possível determinar se o lançamento dos efluentes da ETE considerada irá alterar a qualidade das águas da represa. Para isso serão feitas duas simulações, na primeira delas, chamada de Alternativa 1, será feita a verificação com a consideração dos efluentes sem tratamento, lançados no arroio e através dele alcançando à represa. Na Alternativa 2, a verificação será feita com a consideração de efluentes com tratamento obtido através de sistema de tanque séptico e filtro biológico anaeróbio, processo definido pela legislação estadual vigente para situações similares, no caso a Portaria SEMA Nº 045, de 30 de outubro de 2007.

Alternativa 1.

Para a avaliação da descarga de efluentes sem tratamento no arroio foi usado o modelo de Streeter-Phelps com as seguintes considerações: Qrio=0,20m³/s; Qesg=0,0014m³/s; K_1=0,35; Kd=0,40; K_2=10; ODrio=7mg/L;

ODesg=0mg/L, DBOrio=25mg/L; DBOesg=256,28mg/L(sem tratamento). Obtiveram-se os seguintes resultados para a extensão de 1,6km, correspondente a distância entre o ponto da emissão dos efluentes no arroio e a chegada das águas do arroio na barragem; Mistura: ODmist=6,95mg/L; DBOmist = 26,6mg/L. Final do trecho na entrada da barragem: OD=7,21mg/L; DBO=26,2mg/L.

Alternativa 2.
Avaliação através do mesmo modelo de Streeter-Phelps da descarga dos efluentes tratados com eficiência de 80%. Os resultados para as mesmas vazões e com K_1=0,22; Kd=0,23 e K_2=10 são os seguintes: Mistura: ODmist=6,95mg/L; DBOmist=25,2mg/L. Na entrada da barragem: OD=7,35mg/L; DBO=24,9mg/L. Para melhor entendimento os resultados estão mostrados na tabela seguinte.

Tabela 1: Resultados das simulações através do modelo OD de Streeter-Phelps

Parâmetro (mg/L)	Alternativa 1 (Sem Tratamento)	Alternativa 2 (Com tratamento)
	Qarroio = 0,200L/s; Qefluentes = 0,0014m³/s	
	K_1=0,35; Kd=0,40; K_2=10,0	K_1=0,22; Kd=0,23; K_2=10,0
(Para 700m e 17,0º - ODsat=9,0mg/L); OD_{arroio}=7,0mg/L; DBO_{arroio}=25mg/L; Eficiêcia Trat.=80%		
OD Mistura	6,95	6,95
DBO_5 Mistura	26,6	25,2
OD - 1,6km jusante	7,21 (entrada na barragem)	7,35 (entrada na barragem)
DBO_5 -1,6km jusante	26,2	24,9
OD mínimo	6,95 (km 0)	6,95 (km 0)
DBO última mistura	32,2	37,7

Analisando os valores apresentados percebe-se o seguinte. No ponto de lançamento, no qual existe a mistura dos efluentes tratados ou sem tratamento com as águas do arroio, a alteração do OD é muito pequena, entretanto, no final do trecho tanto o OD bem como a DBO estão em melhores condições daquelas existentes no momento da mistura. A interpretação é a seguinte. A vazão de descarga é tão reduzida que o próprio fenômeno de autodepuração dos cursos d'água não apenas absorve o impacto, mas acrescenta qualidade às águas do arroio.

A conclusão a que se chega é que as águas do corpo receptor com a mistura dos efluentes da ETE tratados ou não alcançam a represa com OD superior aos 5mg/L, definido pela Resolução CONAMA 357/2005 como padrão mínimo para as águas Classe II.

Von Sperling (2000), na página 101, assim escreve. "Em termos ecológicos, a repercussão mais nociva da poluição de um corpo d'água por matéria orgânica é a queda nos níveis de oxigênio dissolvido, causada pela respiração dos microrganismos envolvidos na depuração do esgoto. O impacto é estendido a toda a comunidade aquática, e cada redução nos teores de oxigênio dissolvido é seletiva para determinadas espécies".

Assim, muito embora as águas do arroio apresentarem DBO superior àquela definida pela Resolução CONAMA 357/2005, o OD classificaria aquelas águas como Classe I.

Além do OD e DBO é necessário verificar como se comportariam os coliformes fecais. Considerando uma concentração de 10^6 organismos por 100mL no esgoto doméstico bruto e sabendo que nas águas do arroio a concentração é igual a 173290NMP/100mL, a concentração no ponto de lançamento seria obtida pela seguinte equação.

$$C_0 = \frac{Q_1 \cdot C_1 + Q_2 \cdot C_2}{Q_1 + Q_2} \qquad \text{equação 2}$$

Na qual:

C_o = concentração do constituinte na mistura (mg/L ou g/m³)

C_1 = concentração do constituinte no rio imediatamente a montante do ponto da mistura (mg/L ou g/m³)

C_2 = concentração do constituinte no esgoto imediatamente a montante do ponto da mistura (mg/L ou g/m³)

Q_1 = vazão do corpo receptor (m³/s ou L/s)

Q_2 = vazão de lançamento do efluente (m³/s ou L/s).

Conhecidos C_1 = 173290NMP/100mL, Q_1= 0,200m3/s; Q_2 = 0,0014m³/s e considerando a concentração de coliformes fecais no esgoto bruto igual a 10^6NMP/100mL cujo tratamento na ETE com eficiência de 80% na remoção de coliformes fecais reduziria a concentração para 200000NMP/100ml, é possível aplicar a equação 2, resultando 173476NMP/100mL, ou seja, acréscimo de 0,11% sobre o número de organismos existentes nas águas do arroio.

Porém, esta será a concentração no ponto de lançamento dos efluentes da ETE no arroio. Para verificar como ficaria na entrada da barragem foi aplicada a equação 3 que modela os coliformes em rios segundo o regime hidráulico de fluxo em pistão.

$$N = N_o \ x \ e^{-Kbxt} \qquad \text{equação 3}$$

Na qual:

N é a contagem de coliformes após um tempo t (org/100mL)
N_o é a contagem de coliformes no afluente (org/100mL)
Kb é o coeficiente de decaimento bacteriano (d^{-1})
T é o tempo (d)

Aplicando a equação 3 com a consideração de Kb=1d^{-1}, obtém-se 166507 NMP/100mL.

O tempo "t" indica a quantidade de dias que as águas do arroio levam para percorrer a distância de 1,6km até alcançar a entrada da represa. Para isso foi usada a equação do movimento uniforme com velocidade de 0,45m/s e distância de 1600m, obtendo-se 0,0412 dias. Assim, o número de coliformes termotolerantes na entrada da barragem será de 166507NMP/100mL.

Na sequência deve-se determinar qual será o número mais provável de organismos a jusante da barragem, no ponto de captação de águas.

Conhecido o número mais provável de organismos por 100mL na chegada da represa e considerando-se o modelo de mistura completa, cuja fórmula de contagem de coliformes efluentes está mostrada na equação 4, é possível determinar para a situação de jusante da barragem.

$$N = \frac{N_o}{1 + k_b \ . TDr} \qquad \text{equação 4}$$

Na qual:

No é a contagem de coliformes no afluente (org/100mL)
N é a contagem de coliformes após algum tempo
Kb é o coeficiente de decaimento bacteriano (d^{-1})
T é o tempo em dias.

Assim, para a aplicação da equação 4 é necessário determinar o número de dias que a água permanece no interior da barragem. Esta informação é determinada pela aplicação da equação 5.

$$T = V/Q \qquad \text{equação 5}$$

Na qual:

T é o tempo de detenção em dias;
V é o volume de água na represa;
Q é a vazão que entra na represa que é igual aquela de saída.

Considerando que a represa tem volume de 1.350.000m³ e vazão de entrada igual a 0,2014m³/s (0,200m³/s do arroio mais a vazão de esgoto efluente da ETE igual a 1,4L/s), o tempo de detenção da água na represa será de 77,58 dias.

Então, para uma concentração de coliformes fecais no esgoto afluente à represa igual a 1,67.10^5org/100mL (N_o=1,67.10^5org/100mL), e considerando um modelo de mistura completa, mais adequada para estudos de lançamento em lagos ou represas, com adoção do coeficiente de decaimento bacteriano (k_b=1d^{-1}) e tempo de

detenção de 77,58 dias, o número de coliformes termotolerantes no ponto de captação será de 2125 org/100mL obtido através da aplicação da equação 4.

Portanto, um número de coliformes maior do que 1000org/100mL definido na Resolução CONAMA 357/2005 para as águas Classe 2, mas bem menor do que o número de coliformes termotolerantes para as águas de Classe 3.

Conforme descrito anteriormente o Professor Marcos Von Sperling desenvolveu o QUAL-UFMG, modelo que analisa nos cursos d'água correntes, além do OD e DBO, o nitrogênio e suas frações (nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato), fósforo e suas frações (fósforo solúvel e fósforo particulado) e os coliformes termotolerantes, organismos indicadores de contaminação fecal.

Aplicando o QUAL-UFMG foram obtidos os mesmos resultados de OD e DBO indicados pelo modelo de Streteer-Phelps, porém não foi possível modelar o nitrogênio e o fósforo uma vez desconhecidas as frações deles nas águas do arroio. Entretanto, a sua aplicação possibilitou determinar o número mais provável – NMP de coliformes termotolerantes por 100mL na entrada da represa.

Com as considerações acima descritas, a aplicação do QUAL-UFMG indicou uma concentração de coliformes fecais no ponto de mistura de $1{,}74.10^5$org/100mL, e a 1,6km a jusante a concentração seria de $1{,}67.10^5$org/100mL, resultados iguais aos obtidos nos cálculos anteriores.

Fica, assim, perfeitamente demonstrado que o lançamento direto dos efluentes oriundos da ETE do loteamento em questão, com ou sem tratamento, não irá impactar negativamente o nível de oxigênio dissolvido – OD, principal ou mais importante padrão de avaliação de qualidade daquelas águas, pois, no caso, as águas permanecerão enquadradas na mesma Classe 2. Este fato é devido, principalmente, à baixíssima vazão dos efluentes do loteamento e ao expressivo volume de água presente na represa.

É fácil perceber que a mistura da vazão de efluentes da ETE com as águas do arroio que deságua na represa não cria nenhum impacto além daqueles já existentes nas águas do referido arroio.

O nitrogênio e o fósforo não serão tratados no presente estudo devido ao fato de que a Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011, Art. 21, parágrafo 1º não exige o padrão de nitrogênio amoniacal total, associado ao fato de que a Resolução do CONSEMA Nº 128/2006 dispensa a verificação da concentração de fósforo em emissões com vazão inferior a 1000m³/dia.

Com o propósito de sugerir formas de preservação da qualidade das águas superficiais foi feita pesquisa bibliográfica para apresentar sugestões possíveis de serem implantadas. Algumas delas estão citadas na sequência.

Para isso é pertinente e oportuno transcrever as palavras de Suetônio Mota, na página 153 da sua obra intitulada Gestão Ambiental de Recursos Hídricos: *"A medida mais eficaz de controle da poluição da água é a implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos domésticos e industriais."*

Além disso, cita-se a obra de José Galizia Tundizi, no livro intitulado Água no Século XXI, Enfrentando a Escassez, em que o autor afirma na página 141, *"nenhum desenvolvimento humano pode ocorrer sem o uso eficiente dos recursos hídricos; a reciclagem de água na indústria e o tratamento de esgotos deveriam ser práticas correntes."*

Na página 23 do Manual de Saneamento, publicado pela Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, órgão do Ministério da Saúde, assim consta: *"No planejamento das atividades, visando estratégias de controle da poluição da água, é fundamental que se considere a bacia hidrográfica como um todo a fim de se obter maior eficiência na realização dessas atividades. Entre as principais técnicas encontradas podemos citar: implantação de sistema de coleta e tratamento de esgotos sanitários e industriais,* (grifo meu) *controle de focos de erosão e recuperação de rios objetivando o retorno ao seu equilíbrio dinâmico, restauração de suas condições naturais."*

Consultando o site da Agência Nacional de Águas – ANA, encontra-se o Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas – PRODES. No texto explicativo do PRODES assim está escrito: "*Dentre os maiores desafios da gestão de recursos hídricos no Brasil está a redução das cargas poluidoras nos corpos d'água. Principalmente em regiões metropolitanas, a degradação da qualidade da água vem criando situações insustentáveis do ponto de vista de desenvolvimento. Os efluentes domésticos representam uma das principais fontes poluidoras dos ecossistemas aquáticos do território nacional. Menos de 20% do esgoto urbano recebe algum tipo de tratamento, o restante é lançado nos corpos d'água ' in natura'*, (grifo meu) *colocando em risco a saúde do ecossistema e da população local."* Mais adiante lê-se o seguinte: "*O tratamento de esgotos é fundamental para qualquer programa de despoluição das águas."*

No volume 7 da série Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, intitulado Estudos e modelagem da qualidade da água de rios, na página 309, Marcos Von Sperling assim escreve. "*Ao se analisarem as possíveis estratégias do controle da poluição no curso d'água, é fundamental que se atribua uma visão regional para a bacia hidrográfica como um todo, objetivando atingir-se a qualidade desejada para a água, ao invés de se tratar o problema pelos seus focos isolados. Quando se emprega um enfoque regional, uma grande variedade de estratégias alternativas torna-se disponível, normalmente conduzindo a maior economicidade e segurança. Uma estrutura organizacional adequada torna-se fundamental para desempenhar estas funções".*

Na seqência, Von Sperling assim se manifesta: "*O tratamento individual ou coletivo dos esgotos antes do lançamento é usualmente a principal, e muitas vezes, a única estratégia de controle. No entanto deve-se analisar a sua possível combinação com algumas das outras estratégias apresentadas..."* As outras estratégias por ele recomendadas são as seguintes: a) controle da poluição difusa; b) regularização da vazão do curso d'água; c) aeração do curso d'água; d) tratamento do curso d'água; e) aeração do esgoto tratado; f) alocação de outros usos para o curso d'água.

Portanto é unânime o entendimento de que a melhor alternativa para preservar e incrementar a qualidade das águas superficiais é o tratamento dos esgotos domésticos e industriais, bem como a recuperação e conservação da mata ciliar ao longo deles.

CONCLUSÕES

De tudo o que foi mostrado e comentado é possível entender que o lançamento dos efluentes da ETE a ser implantada no empreendimento residencial unifamiliar projetado não criará maiores problemas dos que atualmente existem nas águas do arroio que descarrega na barragem.

Os efluentes da ETE, se lançados no arroio situado próximo a ela, irão alcançar as águas da represa da CORSAN, situada 1,6km a jusante, lago artificial com 1.350.000m³ de água, reduzindo naturalmente a carga orgânica nele incidente, despejando no vertedor da barragem águas classificadas como Classe 2, situação similar àquela atualmente existente.

A melhor forma de proteger as águas do arroio, bem como aquelas da represa da concessionária, passa, principalmente, pela implantação de sistema de coleta e tratamento coletivo de esgoto em todo o perímetro urbano da cidade de Farroupilha, especialmente nas áreas centrais da cidade, local com maior densificação urbana, e onde nascem os principais cursos d'água existentes na cidade, uma vez que a cidade está localizada no entorno do divisor de águas entre as bacias dos Rios Taquari-Antas, ao norte e do Rio Caí, ao sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas – PRODES, disponível em http://www.ana.gov.bor/prodes.asp, acesso em 20 de junho de 2009.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, NBR 7229, Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanque Séptico. Rio de Janeiro - RJ, 1993.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, NBR 13.969, Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Rio de Janeiro - RJ, 1997.
4. BRASIL, MS. Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. Manual de Saneamento. Brasília - DF, 2007.

5. BRASIL, MMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília - DF, 2005.
6. BRASIL, MMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011. Brasília - DF, 2011.
7. CHERNICHARO, C. A. L. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, Volume 5º - Reatores anaeróbios, 2ª edição. DESA – UFMG. Belo Horizonte – MG, 2007.
8. GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN, Ordem de Serviço Nº 2. Porto Alegre - RS, 2006.
9. GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA. Portaria Nº 45, Porto Alegre – RS, 2007.
10. GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, SEMA. Conselho Estadual Do Meio Ambiente – CONSEMA, Resolução Nº 128/2006, Porto Alegre – RS, 2006.
11. JORDÃO, E. P. e PESSÔA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos, 5ª edição. Synergia Editora, Rio de Janeiro – RJ, 2009.
12. MOTA, S. Gestão Ambiental De Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 3ª Edição. Rio de Janeiro - RJ, 2008.
13. TUNDISI, J.G. Água no século XXI – Enfrentando a Escassez, RiMa Editora/Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos – SP, 2003.
14. VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, Volume 1 – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. DESA – UFMG. 4ª reimpressão, Belo Horizonte - MG, 2000.
15. VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, Volume 7 - Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. DESA – UFMG. Belo Horizonte - MG, 2007.