

IV-012 - O LANÇAMENTO DE EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NOS PROJETOS DE PARCELAMENTO DO SOLO

Gerson F. Fattori⁽¹⁾

Eng^o Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Mestre em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Ex-professor de Engenharia Sanitária na Universidade de Caxias do Sul (UCS). Ex-professor Substituto de Engenharia Sanitária no Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS. Engenheiro Consultor.

Endereço⁽¹⁾: Rua da República, 717, Centro – Farroupilha – RS – CEP: 95180-000 - Brasil - Tel: +55 (54) 3268-1749 - e-mail: g_fattori@terra.com.br

RESUMO

O trabalho trata da questão do lançamento dos efluentes de estações de tratamento de esgoto - ETEs implantadas em projetos de parcelamento do solo. Devido ao fato da deficiência de sistemas de coleta e tratamento de esgoto nas cidades brasileiras, por imposição das legislações municipais os novos projetos de loteamentos deverão contemplar a rede coletora e a estação de tratamento de esgoto, com o posterior lançamento dos efluentes tratados em um corpo hídrico receptor - CHR. Para tanto, é necessária a realização de estudos hidrológicos que comprovem e assegurem que o lançamento dos efluentes no CHR não irão gerar impactos negativos na qualidade de suas águas. O presente trabalho pretende apresentar alguns pontos importantes que podem contribuir na realização de tais laudos.

PALAVRAS-CHAVE: Lançamento de efluentes, ETEs em loteamentos, capacidade de diluição de cargas poluidoras.

INTRODUÇÃO

Os projetos de parcelamento do solo através de loteamentos ou desmembramentos são projetos de grande relevância urbanística, ambiental, social e econômica.

Os loteamentos, projetados nas zonas urbanas ou de expansão urbana de qualquer município brasileiro, tem como principais características e benefícios sociais promover o crescimento ordenado das cidades, oferecendo lotes devidamente individualizados no Registro de Imóveis, portanto, legalizados e aptos a receber as futuras construções que neles serão edificadas.

Segundo a legislação federal, mas principalmente devido às legislações municipais atualmente vigentes na maioria dos municípios, os projetos de parcelamento do solo devem contemplar toda a infraestrutura necessária para a sua perfeita ocupação e utilização.

Portanto, neles devem ser implantados o sistema viário, o sistema de abastecimento de água, o sistema de coleta e tratamento de efluentes sanitários, a drenagem pluvial, o abastecimento de energia elétrica e iluminação pública, a coleta dos resíduos sólidos, a arborização urbana, entre outros de menor importância.

É sabido que todas as cidades brasileiras já dispõem de sistemas de abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica e iluminação pública, entretanto, a coleta e o tratamento dos efluentes sanitários ainda é muito deficiente na maioria delas.

Certamente devido a esta deficiência, as legislações municipais impõem a implantação das redes coletoras com a estação de tratamento de esgoto – ETE nos novos loteamentos.

Esta situação é extremamente importante sob o ponto de vista ambiental e da saúde pública, entretanto, a prática tem demonstrado a existência de alguns inconvenientes relativos a descarga dos efluentes das ETEs implantadas nos loteamentos.

Eles devem ser lançados em corpos hídricos receptores - CHR com capacidade de recebê-los, entretanto, é muito comum a inexistência de CHR, nas glebas ou no entorno delas, com capacidade de diluição dos efluentes, obrigando a transportá-los para locais mais distantes, muitas vezes atravessando propriedades de terceiros, com as questões daí advindas.

Portanto, nestes casos, sempre será necessário comprovar ao Órgão responsável pela aprovação e licenciamento dos projetos de loteamentos que o corpo hídrico receptor tem plena capacidade de recebê-los sem alterar a classe em que ele está enquadrado.

Para tanto é necessário apresentar um Laudo Hidrológico, razão do presente trabalho que pretende mostrar alguns pontos importantes na elaboração de um laudo técnico com esta finalidade.

METODOLOGIA

Em atendimento ao Termo de Referência da Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM para apresentação de Laudo Técnico Hidrológico com fins de determinação da vazão de referência conforme definido na Resolução CONSEMA Nº 128/2006, apresentam-se as informações técnicas relativas à avaliação hidrológica de um afluente do Arroio Pedrinho, corpo hídrico no qual serão lançados os efluentes da estação de tratamento de esgoto - ETE a ser instalada no Loteamento Morada dos Lagos, empreendimento com 746.205,91m² (74,62ha), contemplando 700 lotes residências unifamiliares, situado no Bairro São João, no prolongamento da Rua Albino Agostinho Ozelame e outras, na cidade de Bento Gonçalves.

O presente documento apresenta as informações técnicas relativas à avaliação hidrológica do corpo hídrico receptor, para fins de determinação do potencial de capacidade de diluição de efluentes tratados.

A metodologia a ser empregada no presente trabalho fundamentalmente se resume na pesquisa bibliográfica sobre a legislação estadual do Rio Grande do Sul referente a este tema, bem como na pesquisa bibliográfica sobre como apresentar um Laudo Hidrológico de verificação da capacidade de um determinado CHR receber o lançamento dos efluentes de ETEs, com o propósito de aplicar ao caso em estudo.

Ao contrário do constante na maioria da bibliografia especializada sobre Hidrologia, o que se procura são as vazões mínimas dos CHR e não as vazões máximas, estas muito bem explicitadas na bibliografia tratando da Hidrologia.

Não serão feitos comentários ou considerações sobre a diversidade de critérios em relação aos projetos de infraestrutura nos loteamentos, bem como sobre os processos de tratamento de efluentes sanitários, mas apenas analisar a questão da emissão dos efluentes de ETEs nos CHR.

A LEGISLAÇÃO DO RIO GRANDE DO SUL SOBRE O LANÇAMENTO DE EFLUENTES

A Resolução CONSEMA Nº 128 (RIO GRANDE DO SUL, 2006) dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Ela estabelece que a relação entre a vazão do corpo hídrico receptor e a vazão de emissão de efluentes seja no mínimo maior ou igual ao maior valor resultante das razões entre o valor do padrão estabelecido pela resolução e o valor da concentração da classe em que se enquadra o corpo receptor, definido na Resolução Conama 357 (BRASIL, 2005). A equação é a seguinte.

$$\frac{Q_{CHR}}{Q_{Lanç.Esg}} \geq \frac{\text{Padrão Consema 128}}{\text{Concentração na Classe (Conama 357)}} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

Q_{CHR} é a vazão de referência do corpo hídrico receptor e $Q_{Lanç.Esg}$ é a vazão de lançamento de esgoto tratado.

O artigo 7º, da Resolução CONSEMA Nº 128, estabelece que a vazão dos efluentes líquidos deve ter uma relação com a vazão de referência do corpo hídrico receptor de modo que o seu lançamento não implique em qualidade do CHR inferior àquela estabelecida para a classe na qual ele está enquadrado.

Portanto, sempre que houver a emissão de efluentes nos CHR é necessário a realização de um Laudo Hidrológico para a comprovação do atendimento da legislação vigente.

O presente trabalho apresenta o Laudo Técnico Hidrológico para fins de determinação da vazão de referência num empreendimento residencial unifamiliar contemplando 700 lotes.

CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CORPO HÍDRICO RECEPTOR

O empreendimento localiza-se no município de Bento Gonçalves. Está inserido na bacia hidrográfica do Arroio Pedrinho, afluente do Rio das Antas, Bacia Hidrográfica Taquari-Antas.

Os efluentes de origem cloacal domiciliar produzidos na ocupação do empreendimento serão tratados em uma estação de tratamento de esgotos – ETE padrão CORSAN, com capacidade de tratamento de 5L/s, constituída de um reator anaeróbio de fluxo ascendente - UASB, com filtro biológico aeróbio submerso e com decantador de jusante. Após o tratamento, os efluentes serão encaminhados para lançamento no CHR definido, no caso o Arroio Pedrinho, em ponto com as seguintes Coordenadas Geográficas: Latitude: -29,161469°; Longitude: -51,548228°, Datum SIRGAS 2000. O referido curso d'água escoo ao sul da gleba, próximo a ela.

A região na qual se encontra o empreendimento e o ponto de lançamento está inserida dentro dos limites da Carta do Exército, Bento Gonçalves, Folha SH22-V-D-II-2, MI-2952/2, Datum Córrego Alegre, em escala 1:50.000, a partir da qual delimitou-se a bacia de drenagem do ponto de lançamento de efluentes em 30,5km².

LEVANTAMENTO DE DADOS HIDROLÓGICOS

Para a elaboração do laudo hidrológico, consultaram-se as informações disponíveis no Portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH (ANA, 2011a), onde se obteve a relação das estações fluviométricas e pluviométricas com dados disponíveis.

A estação fluviométrica mais próxima do local de lançamento dos efluentes é a estação Ponte do Rio das Antas (Código 86470000), localizada, aproximadamente, 9,5km do empreendimento. A descrição da estação fluviométrica é apresentada no Quadro 2, seguinte. Ela iniciou sua operação em 1983, tendo operado através da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais até 2007, contabilizando uma série de dados de 24 anos. Além delas, foram obtidas informações junto ao setor de Hidrologia e Gestão Territorial – GEHTE, da Superintendência Regional de Porto Alegre – SUREG/PA, Serviço Geológico do Brasil – SGB, da CPRM.

Quadro 2: Descrição da estação fluviométrica Ponte do Rio das Antas

Código	86470000
Nome	Ponte do Rio das Antas
Código Adicional	-
Bacia	Atlântico, Trecho Sudeste (8)
Sub-bacia	Rio das Antas (86)
Rio	Arroio Pedrinho (ou Zemith)
Estado	Rio Grande do Sul
Município	Bento Gonçalves
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Coordenadas Geográficas	Lat: -29:2:42 Long: -51:34:1
Altitude (m)	140
Área de Drenagem (km ²)	12500
Período de observação *	1983 a 2007

Nota: (*) Período de dados consistidos. Fonte: ANA (2013).

METODOLOGIA DE CÁLCULO DE VAZÕES

Para obtenção de uma série de vazões da bacia hidrográfica do ponto de lançamento, localizado no Arroio Pedrinho, foi utilizado o método de regionalização baseado na vazão específica.

A vazão específica pode ser considerada um indicador regional cujo objetivo é condensar informações, permitindo a identificação de características de escoamento da bacia (TUCCI, 2004).

As vazões específicas são determinadas através da equação 2:

$$q = Q/A \quad \text{equação (2)}$$

Onde: q: é a vazão específica (L/s.km²); Q: é a vazão do posto de fluviométrico selecionado (m³/s); A: é a Área da bacia do posto fluviométrico selecionado (km²).

A vazão média de longo período (Q_{mpl}) no ponto de lançamento foi calculada a partir de informações recebidas da CPRM, escritório do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, conforme descreve-se na sequência.

A VAZÃO DE LANÇAMENTO

Conforme dados do censo de 2010, do IBGE, constantes no Relatório da 1ª Etapa da revisão do Plano Diretor de Bento Gonçalves, elaborado pelo Departamento de Urbanismo, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, o número de domicílios particulares permanentes aumentou de 26.542, no ano 2000, para 35.503, em 2010, o que representa um incremento de aproximadamente 33%. É um aumento bem acima do crescimento populacional, que foi de 17%. A média de moradores por domicílio diminuiu de 3,33 no ano 2000, para 2,91 em 2010.

O empreendimento em estudo contempla 700 lotes residenciais unifamiliares. Considerando-se uma ocupação de 3,0 habitantes por domicílio, média superior àquela detectada pelo IBGE no censo de 2010, espera-se uma ocupação máxima no loteamento de 2.100 habitantes.

Considerando uma produção de efluentes de 160L/hab.dia, critério definido nas NBRs 7229/1993 e 13969/1997 para pessoas de padrão alto, a vazão média - Q_m de efluentes sanitários será a seguinte: $Q_m = 2.100\text{hab.} \times 160\text{L/hab.dia} = 336.000\text{L/dia}$. Transformando-se a vazão em litros por segundo, obtém-se uma vazão média de lançamento no CHR igual a 3,889L/s.

No dimensionamento das redes coletoras de esgoto, nesta vazão domiciliar deverá ser considerada a vazão de infiltração na rede coletora, entretanto, nos estudos de impacto do lançamento de cargas poluidoras nos corpos hídricos utiliza-se apenas a vazão média, sem a infiltração.

Por importante e pertinente, transcreve-se o que escreve Villa, 2012: “a família brasileira, que se compunha, em média, por cinco pessoas em 1960, foi se reduzindo até atingir 4,34 pessoas em 1981, 4,2 pessoas em 1987, 3,87 pessoas em 1990 e 3,28 pessoas em 2010.” Estas informações indicam que a população brasileira apresenta tendência de crescimento decrescente, sendo assim, identifica-se que é pequeníssima a probabilidade do empreendimento gerar, ao longo da sua vida útil, um volume de efluentes superior ao acima calculado.

METODOLOGIA APLICADA NA DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DO CHR

Para obtenção de uma série de vazões da bacia do Arroio Pedrinho, no ponto de lançamento de efluentes, esperava-se poder utilizar o método de modelagem de chuva-vazão desenvolvido por Silveira (1997), neste estudo denominado de Modelo Silveira.

O método é destinado à estimativa de vazões em bacias de pequeno porte com ausência de séries de observação, situação semelhante à bacia estudada. A sua aplicação resulta em uma série sintética de vazões a partir de um modelo que relaciona séries de precipitação e de evaporação, com observações de vazão em tempo seco.

Entretanto, o referido método impõe três medições de vazão no CHR, cada uma delas em intervalos de dois dias, sem que se tenha precipitações pluviométricas nestes intervalos. Infelizmente, devido as constantes chuvas que caíram no Rio Grande do Sul na época da realização do estudo, não foi possível realizar as medições de vazão conforme proposto no Modelo Silveira.

Por esta razão, adotou-se a utilização de vazões de referências da Bacia Taquari-Antas para buscar a solução. Para isso, é necessário conhecer a área da bacia hidrográfica do CHR. Conforme descrito anteriormente, a medição obtida na carta do Serviço Geográfico do Exército resultou numa superfície de 30,5km².

AS VAZÕES DE REFERÊNCIA UTILIZADAS E OS RESULTADOS OBTIDOS

Apesar de intensa procura em vários órgãos, entre eles a CORSAN, o Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a Prefeitura de Bento Gonçalves, e a Prefeituras de Garibaldi, uma vez que a nascente do Arroio Pedrinho localiza-se em Garibaldi, a única, mas importante informação, foi obtida junto ao setor de Hidrologia e Gestão Territorial – GEHITE, da Superintendência Regional de Porto Alegre – SUREG/PA, Serviço Geológico do Brasil – SGB, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.

Através de mensagem eletrônica, os técnicos da SGB/CPRM informaram o seguinte: de acordo com as estações existentes na bacia do Rio das Antas, a vazão específica média de longo período (Q_{mlp}) é igual a 26,62 L/s/km², obtida através de medições realizadas no período de 1983 a 2007.

Conhecida a área da bacia hidrográfica do Arroio Pedrinho, desde a montante da sua nascente até o ponto de descarga dos efluentes da ETE considerada no estudo, e definida a vazão específica média do CHR, a vazão média de longo período do Arroio Pedrinho no local de lançamento dos efluentes da ETE é assim obtida: $Q_{mlp} = 30,5\text{km}^2 \times 26,62(\text{L/s/km}^2) = 811,91\text{L/s}$.

Segundo Von Sperling (2007), Q_{90} (ou Q_{95}) é a vazão em que 90% (ou 95%) dos dados diários da série são iguais ou superiores a ela, ou seja, apenas 10% (ou 5%) das vazões diárias são inferiores. Também pode ser entendida como a vazão em que 90% (ou 95%) do tempo se tem vazões iguais ou superiores a ela. Corresponde ao percentil 10% (ou 5%). $Q_{7,10}$ é a vazão mínima com período de retorno de 10 anos e período de duração de 7 dias consecutivos. Portanto, para a definição de Q_{90} (ou Q_{95}) e/ou $Q_{7,10}$ são necessários dados fluviométricos históricos do curso d'água.

A Companhia de Produção de Recursos Minerais - CPRM possui dados fluviométricos de longo período do Rio das Antas, mas não do Arroio Pedrinho. Em contato com os técnicos da CPRM, foram recebidas as seguintes informações: no período de 1983 a 2007 a CPRM operou duas estações fluviométricas no Rio das Antas, Passo do Gabriel, ainda em operação, e Ponte do Rio das Antas, que operou até abril de 2008.

O Passo do Gabriel está situado num ponto mais a montante no Rio das Antas, cuja área de drenagem é de 1.725km², resultando, no período de 1983 a 2007, Q_{90} igual a 9,14m³/s e Q_{95} igual a 7,35m³/s. Para a Ponte do Rio das Antas, estação localizada mais a jusante, os resultados para o período de 1983 a 2007 são os seguintes, $Q_{90}=55,3\text{m}^3/\text{s}$ e $Q_{95}=41,6\text{m}^3/\text{s}$ para uma área de drenagem de 12.298km². A CPRM não determinou a vazão de referência para a $Q_{7,10}$.

As informações recebidas permitiram conhecer as vazões específicas através dos seguintes cálculos.

- a) Passo do Gabriel: $Q_{\text{esp}90} = 9140\text{L/s} \div 1725\text{km}^2 = 5,30\text{L/s.km}^2$; $Q_{\text{esp}95} = 7350\text{L/s} \div 1725\text{km}^2 = 4,26\text{L/s.km}^2$.
b) Ponte do Rio das Antas: $Q_{\text{esp}90} = 55300\text{L/s} \div 12298\text{km}^2 = 4,50\text{L/s.km}^2$; $Q_{\text{esp}95} = 41600\text{L/s} \div 12298\text{km}^2 = 3,38\text{L/s.km}^2$.

Analisando as vazões específicas calculadas, foram empregadas aquelas da estação Ponte do Rio das Antas para a determinação da Q_{90} e Q_{95} no Arroio Pedrinho. A escolha das informações provenientes da estação Ponte do Rio das Antas se justifica, não apenas por ela estar situada mais próxima da bacia hidrográfica do Arroio Pedrinho (CHR), mas, principalmente, devido ao fato de produzir vazões específicas menores daquelas calculadas com os valores obtidos na estação Passo do Gabriel.

Adotando-se o conceito de regionalização das vazões e conhecidas as vazões específicas e a área da bacia de drenagem igual a 30,50km², multiplicando uma pela outra são obtidas as vazões mínimas de referência do Arroio Pedrinho no local de emissão dos efluentes da ETE.

Assim: $Q_{90}=4,50\text{L/skm}^2 \times 30,5\text{km}^2=137,25\text{L/s}$ e $Q_{95}=3,38 \times 30,5=103,09\text{L/s}$. Logo, $Q_{90}=137,25\text{L/s}$ e $Q_{95}=103,09\text{L/s}$; ($Q_{90} \div Q_{95} = 1,333$).

Não apenas como forma de comparação, mas também com o propósito de definir $Q_{7,10}$, foram usadas as relações típicas entre vazões de referência no estado de Minas Gerais, constantes no Quadro 2.3, na pag. 89, do livro intitulado Estudos e modelagem da qualidade da água de rios, (Von Sperling, 2007), transcritas na Tabela 1. Nela consta a seguinte informação: a relação entre $Q_{\text{mlp}}/Q_{7,10} = 6$ a 15 para a disponibilidade hídrica baixa. Com esta consideração obtém-se a seguinte vazão: $Q_{7,10} = 811,91\text{L/s} \div 15$ (limite superior do intervalo) = 54,13L/s. O mesmo valor também poderia ser obtido considerando-se a vazão específica, ou seja: $26,62\text{L/s.km}^2 \div 15 = 1,775\text{L/s.km}^2$. Desta forma, obtém-se o seguinte: $Q_{7,10} = 1,775\text{L/s.km} \times 30,5\text{km}^2 = 54,137\text{L/s}$. $Q_{7,10} = 54,137\text{L/s}$.

Para as relações entre vazões de disponibilidade hídrica baixa indicadas na Tabela 1, abaixo, as equações são as seguintes: $Q_{95}/Q_{7,10} = 1,5$ a 2,3; e $Q_{90}/Q_{7,10} = 1,8$ a 3,2. Então, obtém-se: $Q_{95} = 54,14 \times 2,0 = 108,28\text{L/s}$; e $Q_{90} = 54,14 \times 2,6 = 140,76\text{L/s}$.

Observa-se tratar-se de valores não muito diferentes daqueles obtidos através das informações recebidas da CPRM, usadas neste trabalho, entretanto superiores a eles. Porém, trata-se apenas de verificação opcional, uma vez usada tabela com intervalos possíveis de serem adotados. Entretanto, os valores de Q_{95} e Q_{90} são mais precisos quando determinados através da Curva de Permanência, apresentada na sequência.

Tabela 1: Relações típicas entre vazões de referência no estado de Minas Gerais para distintas categorias de disponibilidade hídrica

Disponibilidade hídrica	Faixa de descarga específica em (L/s,km ²)	Q ₉₅ /Q _{7,10}	Q ₉₀ /Q _{7,10}	Q ₉₀ /Q ₉₅	Q _{mlp} /Q _{7,10}
Baixa	0,1 a 1,0	1,5 a 2,3	1,8 a 3,2	1,2 a 1,5	6 a 15
Intermediária	1,0 a 5,0	1,2 a 1,6	1,4 a 2,0	1,2 a 1,3	3 a 5
Alta	5,0 a 10,0	1,1 a 1,4	1,3 a 1,7	1,2 a 1,4	3 a 5

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2007)

CURVA DE PERMANÊNCIA

A curva permanência relaciona a vazão ou nível de um rio com a probabilidade de ocorrerem vazões maiores ou iguais ao valor da ordenada (TUCCI, 2004).

A curva de permanência da bacia do ponto de lançamento do efluente foi desenvolvida com a utilização do programa Hidro 1.2 (ANA, 2009), a partir da série de dados no período de 1983 a 2007, obtida pela regionalização. A curva de permanência resultante é apresentada na Figura 1, seguinte. Os valores característicos da curva de permanência obtida para o ponto de lançamento são mostrados na Tabela 2, abaixo.

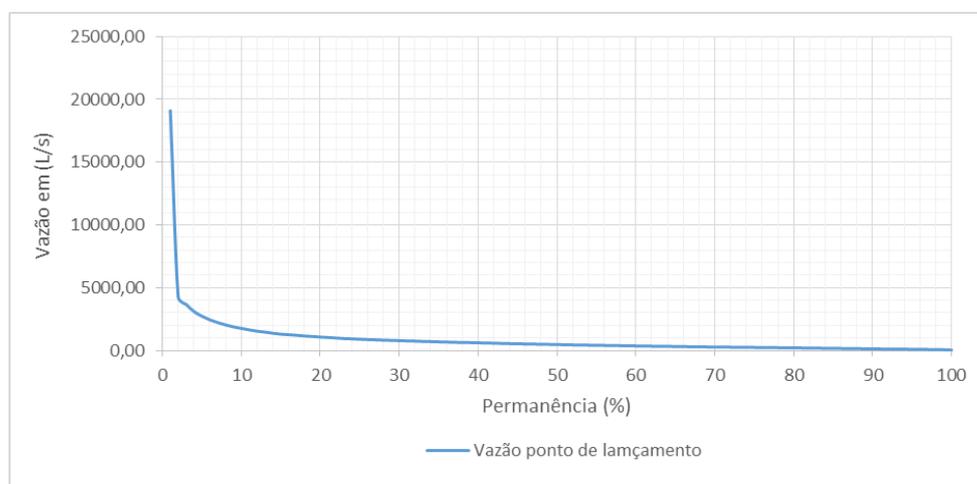


Figura 1: Curva de permanência para bacia no ponto de lançamento

Tabela 2: Valores característicos da curva de permanência.

Permanência	Q ₉₀	Q ₉₅	Q ₉₇	Q ₉₉
Vazão (L/s)	133,68	100,94	85,81	63,24

Elaborado pelo autor

Na sequência, a Tabela 3 mostra os valores de Q₉₀ e Q₉₅ determinados segundo a Curva de Permanência e aqueles obtidos através das informações de vazões específicas recebidas da CPRM e com as relações apresentadas por Von Sperling (2007). Comparando-se os resultados, é possível perceber a singela diferença entre eles.

Tabela 3: Valores de Q_{90} e Q_{95} segundo os três modelos aplicados.

Modelo	Q_{90} (L/s)	Q_{95} (L/s)
Curva de Permanência	133,68	100,94
Informações da CPRM	137,25	103,09
Tabela do Von Sperling	140,76	108,28

Elaborado pelo autor

VAZÃO MÍNIMA DE 7 DIAS – $Q_{7,10}$

A série de vazões diárias obtida através do modelo da vazão específica foi utilizada para determinar a $Q_{7,10}$. Calculou-se as vazões médias móveis de 7 dias de duração para cada ano gerando uma série histórica de vazões mínimas. Estes valores foram agrupados em ordem crescente e para cada um deles foi atribuído uma posição de plotagem e uma frequência correspondente, sendo aplicada a distribuição de Weibull para estimar a vazão mínima de duração de 7 dias com período de retorno de 10 anos. A distribuição de Weibull obtida apresentou um coeficiente de correlação elevado de 0,92, indicando um bom ajuste dos dados conforme apresentado na Figura 2, na sequência.

A partir do ajuste da distribuição de Weibull, determinou-se a vazão mínima média de 7 dias com um período de retorno de 10 anos em 42,53L/s. Lembra-se que a $Q_{7,10}$, determinada segundo os critérios obtidos em Sperling (2007), resultou em 54,14L/s, diferença de apenas 21,46% entre elas.

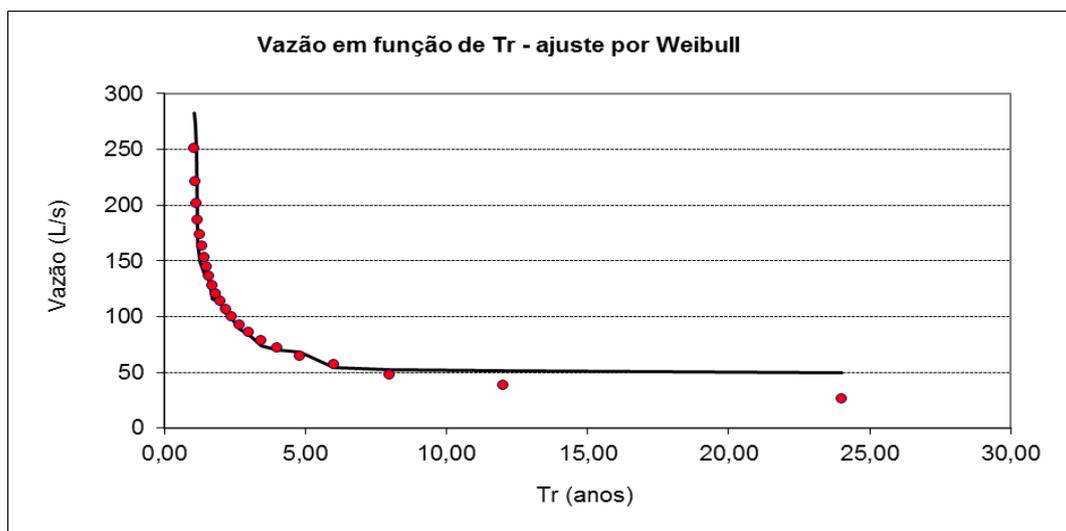


Figura 2: Ajuste da distribuição de Weibull

INCERTEZAS ASSOCIADAS AO CÁLCULO DE VAZÕES

Segundo Tucci (2002) o método do indicador regional (vazão específica) pode apresentar incertezas, quando há grande diferença entre as áreas de drenagem das bacias, principalmente para as bacias com áreas menores que 50km².

AGRA et al. (2003) afirmam que a vazão média calculada através desta metodologia das vazões específicas com dados de uma bacia maior acarreta na subestimação da vazão. Os erros associados ao método podem ser minimizados quando as bacias apresentam características semelhantes tais como as hidrogeológicas, as geológicas, a cobertura de solo e o tipo de solo. Então, considerando-se que o objeto do presente estudo é a definição de vazões mínimas, os erros associados ao método contribuem como margem de segurança.

Relacionado a estes fatores, é possível afirmar que as características geológicas são semelhantes, já que as duas bacias se localizam na Formação Serra Geral, onde ocorrem rochas geradas a partir de derrames de composição intermediária a ácidas, riolitos a riolitos (WILDNER et al., 2008). Por estarem sobre a mesma formação geológica, as características de hidrogeologia também são semelhantes. As bacias encontram-se sobre o Sistema Aquífero Serra Geral II.

AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO À LEGISLAÇÃO

A Resolução CONSEMA 128 (RIO GRANDE DO SUL, 2006) estabelece que a relação entre a vazão do corpo hídrico receptor e a vazão de lançamento de efluentes seja, no mínimo, maior ou igual ao maior valor resultante das razões entre o valor do padrão estabelecido por esta resolução e o valor do padrão da classe em que se enquadra o corpo receptor, conforme definido na Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), como mostrado na equação 1, anteriormente descrita.

O artigo 7º, da Resolução COMSEMA 128, estabelece que a vazão dos efluentes líquidos deve ter uma relação com a vazão de referência do corpo hídrico receptor de modo que o seu lançamento não implique em qualidade do corpo hídrico receptor inferior àquela estabelecida para a classe na qual ele está enquadrado.

Segundo a Resolução CRH-RS nº 121 (CRH-RS, 2012), a sub bacia do Arroio Pedrinho pertence a Unidade de Gestão do Médio Taquari-Antas. Ela está enquadrada como classe 3, para o cenário intermediário de 10 anos, e como classe 2, para meta final de 20 anos. O documento também define que a vazão de referência para fins de enquadramento da bacia Taquari-Antas é a Q_{95} .

A Tabela 4 apresenta a relação de parâmetros representativos nos despejos de efluentes domésticos, com limites de emissão definidos com base na Resolução CONSEMA 128, para a vazão pretendida de 336,00m³/dia e os limites da classe 3 da Resolução CONAMA 357.

Tabela 4: Padrões de emissão permitidos pela CONSEMA 128 e os limites da classe 3 da CONAMA 357.

Parâmetro	CONSEMA nº 128/2006	Unidade	CONAMA 357 (Classe 3)	Razão
Temperatura	inferior a 40	°C	-	
Sólidos Sedimentáveis	até 1 ml/L, em Cone Imhoff, 1 hora	ml/L	-	
pH	entre 6,0 e 9,0	mg/L	-	
DQO	300	mg/L	-	
DBO	100	mg/L	10	110
Sólidos suspensos	100	mg/L	-	

Elaborado pelo autor

Conforme já descrito anteriormente e constante na Tabela 3, a vazão de referência Q_{95} estimada para o ponto de lançamento é 100,94L/s, 25,955 vezes maior do que a vazão média de lançamento, igual a 3,889L/s (336,00m³/dia). Levando-se em consideração a razão de 10 vezes do parâmetro DBO5 para o lançamento de efluentes não alterar o enquadramento do corpo receptor, fica claro o pleno atendimento da Resolução CONSEMA 128, não alterando o enquadramento do corpo receptor, desconsiderando-se outras fontes de poluição da bacia.

É pertinente destacar o seguinte. A estação de tratamento de esgoto sanitário a ser instalada no empreendimento será a estação padrão CORSAN para 5L/s, constituída de um reator anaeróbio de fluxo ascendente - UASB, com

tratamento complementar através de um filtro biológico aeróbio, com decantador secundário, com eficiência esperada na remoção de matéria orgânica de, aproximadamente, de 90%.

Além disso, a experiência tem demonstrado o seguinte. Na região serrana do estado do Rio Grande do Sul o tempo médio de ocupação plena de empreendimentos de parcelamento do solo com mais de 500 lotes é superior a 20 anos após a sua total implantação, portanto, a vazão considerada do dia de maior contribuição somente irá acontecer após mais de 20 anos da instalação do empreendimento. Neste período, a vazão de lançamento será muito inferior daquela considerada no projeto, resultando em menores impactos na qualidade da água do CHR. Além disso, seguindo a tendência atual de decréscimo da população, a ocupação do loteamento será menor daquela considerada neste estudo.

Também é importante e pertinente ressaltar o seguinte. Espera-se que no período de 20 anos a CORSAN já tenha implantado o sistema de coleta e tratamento de esgoto na cidade de Bento Gonçalves, conforme contrato já celebrado com o Executivo Municipal. Se assim ocorrer, a ETE implantada no empreendimento em estudo ficará sem nenhuma utilização.

VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DO EFLUENTE QUE SERÁ LANÇADO NO CHR

Conforme já descrito, a estação de tratamento de esgoto – ETE adotada no Loteamento Bosque dos Lagos será constituída das seguintes unidades: gradeamento, medidor de vazão, caixa de areia, reator anaeróbio de fluxo ascendente – RAFA (UASB), filtro biológico aerado submerso e decantador de jusante. O projeto dela integra a documentação encaminhada à FEPAM para a obtenção da LI do empreendimento.

Na sequência, apresenta-se o cálculo da carga orgânica esperada nos efluentes da ETE, considerando-se que a mesma tem capacidade de receber 5L/s, com eficiência mínima esperada do sistema de tratamento de apenas 80%, quando poderia ser usado até 90%.

A NBR 13969/1997 define a contribuição de carga orgânica de 50g/hab.dia para ocupantes de padrão alto, assim, a carga orgânica afluente (Corg) à ETE será a seguinte:

$$\text{Corg.} = 2100\text{hab} \times 50\text{g/hab.dia} = 105.000\text{gDBO}_5,20/\text{dia.}$$

Adotando-se 80% como eficiência média do processo de tratamento projetado, a carga orgânica no efluente da ETE será assim determinada: $105.000\text{g/dia} \times 0,20 = 21.000\text{gDBO}_5/\text{dia}$. A concentração orgânica no efluente será a seguinte: $C = 21.000\text{gDBO}_5^{20} / \text{dia} \div (3,889\text{L/s} \times 86,4) = 62,50\text{mgDBO}_5^{20}/\text{L}$

Portanto, quando o empreendimento estiver totalmente ocupado, espera-se lançar no corpo hídrico receptor um efluente com DBO_5^{20} médio de 62,50mg/L, bem inferior aos 100mg/L permitido na Resolução CONSEMA 128, garantia de manutenção da qualidade das águas do corpo hídrico receptor.

Um ponto muito importante e relevante a ser salientado é o seguinte. Certamente, o Loteamento Bosque dos Lagos deverá levar um tempo bem superior a 20 anos para estar com todos os seus 700 lotes ocupados. Neste período de tempo os esgotos permanecerão no interior da ETE em tempo muito superior àquele considerado no dimensionamento dela, resultando em maior depuração dos afluentes, portanto, neste espaço de tempo que o empreendimento não estiver completamente ocupado, os efluentes lançados no CHR serão de melhor qualidade, reduzindo o impacto do lançamento deles na qualidade das águas do CHR.

Apenas a título de complementação do estudo, é interessante determinar qual seria o limite máximo da vazão de lançamento que causaria impacto na qualidade do CHR. Para isso divide-se a vazão de referência ($Q_{95} = 100,94\text{L/s}$) por 10 (razão entre os valores da CONSEMA 128 pela CONAMA 357), obtendo-se 10,094L/s. Isso significa o seguinte, se o empreendimento lançasse 10,09L/s, ou seja, 2,6 vezes a vazão média que será lançada através dos efluentes da ETE na situação de ocupação plena do empreendimento, as condições ambientais seriam atendidas.

PARECER CONCLUSIVO

O lançamento da vazão média dos efluentes da ETE no local de emissão informado ocorrerá em conformidade com as condições estabelecidas na Resolução CONSEMA 128. Com base nas informações apresentadas, identifica-se que estas condições de lançamento serão atendidas com margem de segurança plenamente satisfatória para garantir o enquadramento do corpo hídrico receptor, desconsiderando-se outras fontes de poluição da bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRA, S.G.; SOUZA, V.C.B.; NEVES, M.G.F.P.; CRUZ, M.A.S. Metodologias de regionalização de vazões: estudo comparativo na bacia do Rio Carreiro. In XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Curitiba: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR13403. Medição de vazão em efluentes líquidos e corpos receptores - escoamento livre. Rio de Janeiro: ABNT, 1995, 7p.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR7229. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993, 28p.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR13969. Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1995, 60p.
5. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Brasília: 2005.
6. HASENACK, H; WEBER, E. (org.). Base cartográfica vetorial continua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).
7. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA- INMET. - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Website, Brasília-DF, INMET 2014. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>
8. MINISTÉRIO DO EXÉRCITO BRASILEIRO - Departamento de Engenharia e Comunicações - Diretoria do Serviço, Geográfico, Região Sul do Brasil -1:50.000, Bento Gonçalves SH.22-V-D-II-2, MI-2952/2, Datum horizontal Córrego Alegre, Levantamento aerofotogramétrico em 1975, impressão em 1979.
9. MORENO, José Alberto. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia, 1961. 42 p.
10. RELATÓRIO 1ª Etapa, da Revisão do Plano Diretor de Bento Gonçalves, UFRGS/Departamento de Urbanismo/ FAURGS/IPURB, 2015. 68p.
11. RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual de Meio Ambiente. Resolução 128 de 24 de novembro de 2006 Porto Alegre: 2006.
12. SILVEIRA, G. L. Quantificação de vazão em pequenas bacias carentes de dados. Porto Alegre: UFRGS - Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. Tese de Doutorado, 1997 180 p.
13. SILVEIRA, G. L.; TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L.; 1998; Quantificação de vazão em pequenas bacias sem dados; Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 3, n. 3, Jul/Set, 111-131.
14. TUCCI, C. E. M. Regionalização de vazões. In: TUCCI, C.E.M. et al. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2004. Pg. 573-619.
15. VILLA.B.S. Os Formatos familiares contemporâneos: Transformações Demográficas. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, v.4, n.12, p. 02-26, dez. 2012.
16. VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte, 2007. 588p.