

AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE RETORNO DE ESGOTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO GERTRUDES – PONTA GROSSA (PR)

Lucas Horochoski (UEPG) E-mail: lucashoro@hotmail.com
Giovana Katie Wiecheteck (UEPG) E-mail: gkwiech@uepg.br
Maria Salete Marcon Gomes Vaz (UEPG) E-mail: salete@uepg.br

Resumo: No Brasil, o modelo mais adotado de sistema de esgotamento sanitário é o separador absoluto, em que o esgoto e as águas pluviais escoam por tubulações independentes. Sendo assim, em teoria, as variações dos regimes de chuva não deveriam interferir na vazão de esgoto que chega às estações de tratamento de esgoto (ETEs), entretanto não é isso que se observa na prática. Além de outros fatores, as redes coletoras escoam águas de infiltração, resíduos líquidos industriais, contribuições pluviais parasitárias, além do principal (o esgoto doméstico). Apesar de tudo, ainda assim as vazões de esgoto são menores do que as vazões de água consumida. A relação entre essas duas vazões dá-se o nome de coeficiente de retorno (C), que é fundamental para o dimensionamento da rede coletora de esgotos. O objetivo principal deste trabalho foi estudar o valor real do coeficiente de retorno de uma região antiga da cidade de Ponta Grossa, que está compreendida na bacia hidrográfica do arroio Gertrudes, visando a comparação do valor obtido com aquele utilizado nos dimensionamentos. Os dados de vazão de esgotos foi obtida na entrada da ETE Gertrudes e os dados de consumo de água foram obtidos pelo banco de dados da companhia. Verificou-se que a extensão total da rede coletora de esgotos na área em questão é de 80.951,08 m, sendo que 71,61% é de PVC, 28,29% é de cerâmica e 0,10% é de ferro dúctil. O resultados indicaram que o coeficiente de retorno para a área de estudo é de aproximadamente 0,6.

Palavras-chave: Saneamento básico, esgoto sanitário, coeficiente de retorno.

EVALUATION OF THE COEFFICIENT OF RETURN OF SEWAGE IN THE WATERSHED OF THE GERTRUDES STREAM – PONTA GROSSA (PR)

Abstract: In Brazil, the most widely adopted model of sanitary sewage system is the absolute tab, where rain water and sewage are drained by independent pipes. Thus, in theory, changes in rainfall regimes should not interfere on the flow of sewage that reaches the sewage treatment plants, however this is not what is observed in practice. Beyond other factors, the sewage systems are required to drain waters of infiltration, industrial liquid waste, storm water contributions parasitic, beyond the main (domestic sewage). After all, the flow of sewage still is smaller than the flow of water consumed. For the relationship between these two flows is given the name of the return coefficient (C), which is fundamental for the design of the sewer system. The main objective of this study was the value of the coefficient of return of an antique region of Ponta Grossa, which lies in the catchment area of the watercourse Gertrudes, aiming the comparison of the value obtained with that used in the sizing. The data of flow of sewage was obtained at the entrance of the sewage treatment plant Gertrudes and the data of water consumption were obtained by the database of the company. It was verified that the total length of the sewer system in the area in question is 80.951,08 m, which 71,61% are made from PVC, 28,29% from ceramic and 0.10% from iron. The results indicated that the coefficient of return for the study area is approximately 0,6.

Keywords: Sanitation, sewage, coefficient of return.

1. Introdução

1.1 Sistemas de esgoto

De maneira geral, as empresas de saneamento básico captam “água bruta” de uma ou mais fontes, transportam até uma Estação de Tratamento de Água (ETA) para torná-la potável, e a distribuem para as residências do seu sistema. Grande parte da água que chega à população é utilizada para limpeza (lavagem de louças, roupas, descargas, banhos, etc.) e apenas uma

pequena parte realmente é utilizada para consumo humano, como no preparo de alimentos. Dessa forma, a população se vê obrigada a livrar-se dessa água servida, e a melhor maneira de fazer isso é lançando-a no sistema de esgoto.

Segundo Crespo (1997), sistema de esgotos é definido como o conjunto de elementos que tem por objetivo a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final tanto do esgoto doméstico quanto do lodo resultante. Portanto, abrange a rede coletora com todos os seus componentes, as estações elevatórias de esgoto e as estações de tratamento de esgoto.

Durante o processo evolutivo das civilizações, foram desenvolvidos diferentes sistemas de esgotamento, e em nível nacional adota-se o sistema separador absoluto. De acordo com Crespo (1997), esse sistema é definido como aquele em que o esgoto sanitário (águas residuárias e de infiltração) e as águas de chuva escoam por sistemas independentes. Sistemas esses denominados, respectivamente, sistema de esgoto sanitário e sistema de drenagem pluvial. Em tese, as águas de chuva não precisam de nenhum tratamento, podendo ser lançadas diretamente nos corpos receptores (arroyos, rios, lagos, etc.), diferente do esgoto, que deve ser encaminhado para uma ETE, onde receberá o devido tratamento para chegar às condições sanitárias aceitáveis para o seu lançamento em um corpo d'água.

1.2 Coleta de esgoto sanitário

Tratando-se do sistema separador absoluto, as tubulações de esgoto possuem diâmetros moderados, segundo a NBR 9649/1986 superiores a 100 mm, entretanto, por motivos de segurança, empresas como a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) usam o diâmetro de 150 mm como base, obtendo uma maior margem de erro para evitar problemas com entupimentos e afins. Com o mesmo objetivo, são colocados poços de visita (PVs) geralmente a cada 100 m, ou a cada travessia de rua, visando à inspeção e limpeza das redes. Uma vez que existe uma malha de redes coletoras, pode-se inferir que há certa hierarquia entre as tubulações, sendo que redes de maior importância têm diâmetros maiores que os coletores mais simples.

1.3 Dimensionamento hidráulico dos coletores

Existem algumas ponderações para o dimensionamento de um condutor que irá transportar um fluido como o esgoto sanitário, isso se deve à presença de materiais sólidos, cerca de 0,1%; sendo que desse total, 70% é composto de matéria orgânica e 30% de matéria inorgânica, que em parte é areia. Exemplo disso é o coeficiente de Manning para rugosidade, que apesar dos diferentes tipos de materiais para os coletores, desde o tubo cerâmico vidrado até o PVC, é adotado com o mesmo valor, isso porque com o passar do tempo ocorre a deposição das partículas sólidas nas paredes do tubo, gerando rugosidades semelhantes para diferentes tipos de materiais. Segundo a WPCF (1970) *apud* Tsutiya e Além Sobrinho (2000), havendo formação de limo, as paredes da tubulação tornam-se uma superfície uniforme e permanecem constantes ao longo do tempo, portanto, a rugosidade em tubulações de esgoto é a mesma e independe do material da tubulação. O valor desse coeficiente nesse caso está mais relacionado com a declividade da tubulação e conseqüentemente com a tensão trativa, que será citada a seguir.

A hidráulica dos coletores de esgoto é estudada como conduto livre, com exceção das redes pressurizadas das estações elevatórias, e para efeito de cálculos o escoamento é adotado em regime permanente e uniforme.

Para o dimensionamento, deve-se seguir os critérios dispostos na NBR 9649/1986 em que as vazões inicial e final para cada trecho da rede são estimadas. Segundo a norma, os critérios a serem observados são: tensão trativa média, declividade mínima e máxima, altura da lâmina d'água e controle de remanso (quando necessário) em PVs e em tubos de inspeção e limpeza (TIL).

A tensão trativa média, ou tensão de arraste, é definida como uma tensão tangencial exercida sobre a parede do conduto pelo líquido em escoamento, ou seja, é a componente tangencial do peso do líquido sobre a unidade de área da parede do coletor e que atua sobre o material sedimentado, promovendo seu arraste (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000). Segundo a norma deve ter o valor mínimo $\sigma_t = 1,0$ Pa, calculada para a vazão inicial e coeficiente de Manning $n = 0,013$. O valor da tensão trativa é que vai ditar o valor da declividade mínima para uma determinada vazão. E a declividade máxima admissível é aquela para a qual se tenha velocidade final $v_f = 5$ m/s.

Quanto à lâmina d'água, admitindo-se escoamento uniforme e permanente, deve ser calculada para representar no máximo 75 % do diâmetro do coletor. Caso a velocidade final v_f seja superior a velocidade crítica v_c , representando escoamento crítico, a maior lâmina admissível será de 50 % do diâmetro do coletor.

O último ponto previsto pela norma é o controle de remanso, que acontece quando o escoamento gradualmente variado estende-se a distâncias consideráveis. Entretanto isso só pode acontecer se a cota do nível d'água na saída de algum PV ou TIL estiver acima da cota de qualquer das cotas dos níveis d'água de entrada. Sendo assim, só nesses casos deve-se verificar a influência do remanso no trecho a montante.

1.4 Vazões de esgoto sanitário

Como é de se esperar, a vazão de esgoto acompanha a vazão de água consumida, existindo assim uma correlação entre seus valores. Para essa relação dá-se o nome de coeficiente de retorno ($C = \text{vazão de esgoto} / \text{vazão de água}$). A variação do valor desse coeficiente em função de todos os fatores que o influenciam é o foco principal do presente trabalho.

Um primeiro conceito que deve ser colocado é que vazão de esgoto que vai entrar nos cálculos é aquela medida na entrada da ETE. Diferente da vazão de água, em que apenas a efetivamente consumida é considerada, ou seja, aquela que passa pelos hidrômetros individuais de cada residência. Caso fosse considerada a vazão produzida pela Estação de Tratamento de Água (ETA), as perdas na distribuição acabariam sendo incorporadas. Essas perdas variam tipicamente entre 30 a 50%, e essa porcentagem de água não vai chegar às redes de esgoto uma vez que foi perdida na rede de distribuição de água.

Como já foi citado, no Brasil adota-se o sistema separador absoluto, logo os líquidos residuais que tem acesso a rede são: esgoto doméstico, águas de infiltração e resíduos líquidos industriais.

O esgoto doméstico é resultado do uso da água pelo homem em seus hábitos higiênicos e necessidades fisiológicas. A sua contribuição depende: da população da área de projeto, da contribuição *per capita*, do coeficiente de retorno esgoto/água e dos coeficientes de variação de vazão.

Para avaliar a população da área de projeto são levantados os últimos censos, analisado o Plano Diretor do Município e suas diretrizes futuras, além de uma série de outros fatores.

Sobretudo tal estudo demográfico pode ser feito por meio de métodos de extrapolação gráfica, métodos matemáticos ou ainda através do método dos componentes demográficos.

A contribuição *per capita* é o consumo de água efetivo *per capita* multiplicado pelo coeficiente de retorno. É importante ressaltar que esse consumo de água é um parâmetro extremamente variável entre diferentes localidades, dependendo de inúmeros fatores como o clima da região, a abundância ou escassez de recursos, regularidade de abastecimento, além de outros diversos fatores culturais (TSUTIYA e ALÈM SOBRINHO, 2000).

O coeficiente de retorno, como foi previamente explicado, é a relação entre o volume de esgoto recebido pela ETE e o volume de água efetivamente consumido. Seguindo o exemplo de residências comuns, do montante de água que passa pelo hidrômetro, uma parcela insignificante serve para o consumo humano, seja por ingestão direta da água ou por meio das refeições; outra parcela é utilizada para lavagens de calçadas e carros, ou rega de hortas e jardins, fazendo com que a água servida seja incorporada à galeria pluvial ou se dissipe na natureza; o que resta do montante inicial é o que realmente vai para as redes coletoras, que é resultado de descargas de bacias sanitárias, banhos, lavagem de roupas e louças, etc. Com isso, pode-se inferir que o coeficiente de retorno varia com fatores locais tais como: taxa de urbanização, padrão das residências, além do clima e outros mais. A faixa de variação do valor desse coeficiente é entre 0,5 e 0,9, sendo que os valores menores correspondem a áreas rurais ou áreas residenciais com muitos jardins, já os valores mais altos são observados em centros urbanos, áreas mais densamente povoadas. O valor recomendado pela NBR 9649/1986 na falta de dados obtidos em campo é de 0,8, que corresponde ao valor cobrado pela Sanepar, na tarifa de esgoto.

Combinados esses três fatores: contribuição *per capita*, população de projeto e coeficiente de retorno, obtém-se um valor médio de vazão de esgoto. Entretanto, seria imprudente dimensionar as tubulações para suportarem apenas esse valor de vazão, pois certamente nos horários de pico a rede se mostraria ineficiente. Dentro desse contexto é que entram os coeficientes de variação de vazão, fazendo a extrapolação do valor médio para os valores de pico. Para esgoto sanitário são relevantes os seguintes: coeficiente de máxima vazão diária (K_1), que é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média anual; coeficiente de máxima vazão horária (K_2), que é a relação entre a maior vazão observada em um dia e a vazão média horária do mesmo dia; e o coeficiente de mínima vazão horária (K_3), que é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual. É importante ressaltar que no dimensionamento, a rede deve funcionar tanto para vazões máximas quanto mínimas assim, inexistindo dados obtidos em campo, a NBR 9649/1986 recomenda o uso de $K_1 = 1,2$, $K_2 = 1,5$ e $K_3 = 0,5$, admitindo esses valores constantes ao longo do tempo, qualquer que seja a população existente na área.

A infiltração de água no sistema de esgotamento é um fato inevitável, e tanto é que as normas técnicas já prevêm isso e estipulam valores para esse fim. Essa contribuição indevida pode ter sua origem no próprio subsolo, ou ainda pode provir do encaminhamento clandestino ou acidental de águas pluviais. Esse último também pode ser chamado de contribuição pluvial parasitária, que em teoria não deveria acontecer em um sistema separador absoluto de esgoto, mas normalmente acontece.

A outra forma de infiltração é através da própria rede, isso por meio de tubos defeituosos, conexões, juntas, através das estruturas dos poços de visita, terminais de limpeza, tubos de inspeção e limpeza, estações elevatórias, caixas de passagens, etc. A água pode penetrar por qualquer uma dessas estruturas, entretanto a quantidade vai depender de inúmeros fatores,

como: extensão da rede coletora, materiais empregados, diâmetros das redes, tipo de solo, profundidade do lençol freático, topografia, etc.

Outro fato relevante é que a infiltração pode ser mais intensa nos coletores prediais, pois geralmente as suas extensões somadas são maiores do que a extensão total da rede coletora, além de que, na maioria das vezes eles não são executados com tantos cuidados quanto a própria rede coletora.

Conforme a NBR 9649/1986: “Taxa de contribuição de Infiltração (TI); depende de condições locais tais como: nível de água do lençol freático, natureza do subsolo, qualidade da execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizado. O valor adotado deve ser justificado”, o valor recomendado pela norma deve estar entre 0,05 a 1,0 L/s.km. A Sanepar, na falta de dados obtidos em campo, considera o valor de 0,5 L/s.km. Embora o sistema, de uma forma ou de outra, acabe incorporando esses valores de infiltração. A NBR 9649/1986 recomenda para elaboração de projetos hidráulico-sanitários das redes coletoras de esgoto, que apenas a infiltração através das redes seja considerada, descartando as contribuições pluviais parasitárias. As duas são consideradas juntas apenas no dimensionamento dos extravasores dos interceptores de esgoto sanitário, conforme a NB 568 da ABNT.

A vazão de águas residuárias industriais é função precípua do tipo e porte da indústria, processo, grau de reciclagem, adoção de práticas de conservação da água, existência de pré-tratamento, etc. (VON SPERLING, 2005). Dentro desse raciocínio, mesmo que fossem comparadas indústrias fabricantes do mesmo produto, suas vazões de despejos podem ser bem diferentes.

Os despejos industriais têm conseqüências diretas no projeto de um sistema de esgoto sanitário, por este motivo é necessário o prévio conhecimento das indústrias contribuintes e suas características específicas. Sobretudo deverá ser estudado cada caso em particular para verificar se os seus respectivos resíduos poderão ser lançados *in natura* na rede de esgotos, ou se um pré-tratamento será necessário. Os despejos industriais cujo lançamento *in natura* não é permitido, segundo Tsutiya e Além Sobrinho (2000), são aqueles enquadrados em ao menos uma das seguintes características:

- Nocivos à saúde ou prejudiciais à segurança dos trabalhadores da rede;
- Que causem interferência em qualquer sistema de tratamento;
- Que obstruam tubulações e equipamentos;
- Que ataquem as tubulações, causando algum tipo de dano que afete a resistência ou a durabilidade das estruturas da rede;
- Apresentem temperaturas elevadas, acima de 45° C.

Referente ao volume de despejos pode-se considerar dois tipos de indústrias: aquelas que não constituem caso especial do ponto de vista de contribuição à rede, pois lançam pequena quantidade de resíduos na rede pública, e aquelas que merecem um estudo mais refinado, devido a sua contribuição considerável às redes públicas. O limite máximo do valor da vazão de lançamento do efluente na rede coletora, segundo a legislação em vigor, é de 1,5 vezes a vazão média diária. Caso a indústria supere esse valor, ela deverá construir um tanque de regularização de vazão.

1.5 Materiais das tubulações de esgoto

De modo geral, entre os principais materiais que têm sido utilizados para coletores de esgoto estão o poli cloreto de vinila (PVC), tubo cerâmico, aço, ferro fundido, concreto e plástico. Devido a essa variedade de materiais, existem alguns requisitos a serem observados no momento da escolha de algum deles (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000):

- Custo do material: como os tubos são feitos em barras que nem sempre tem o mesmo comprimento, uma boa maneira de comparar custos é dividir o comprimento da barra pelo preço unitário, obtendo uma unidade em reais por metro (R\$/m);
- Custo do assentamento: os preços pagos por assentamento variam com o grau de dificuldade da execução e com o diâmetro da tubulação;
- Custo e facilidade de transporte: alguns tipos de tubos, como os de PVC, devido ao seu baixo peso, são muito fáceis de transportar, diferentemente dos tubos metálicos, como o ferro fundido, que são mais pesados e têm necessidades especiais de transporte e armazenamento;
- Resistência a cargas externas: algumas vezes os tubos são usados em travessias aéreas, nesses casos é importante que o material resista aos diferentes tipos de solicitações externas que podem ocorrer;
- Resistência aos agentes químicos e bacterianos: a composição do esgoto varia muito de região para região, ou seja, um parque industrial produz efluentes muito distintos das regiões centrais da cidade;
- Disponibilidade do diâmetro necessário: devido às diferentes características que possuem, nem sempre um tipo de material tem todos os diâmetros normalizados.

Para Sanks et al (1998), os principais fatores a serem considerados para a seleção da tubulação são:

- Propriedades do fluido: propriedades corrosivas ou de formação de resíduo;
- Condições de serviço: pressão (incluindo picos e transientes), atmosfera corrosiva para tubulação exposta, carga do solo, capacidade de suporte e recalque, cargas externas e potencial corrosivo para tubulação enterrada;
- Disponibilidade: tamanhos, espessuras e conexões disponíveis;
- Propriedades do tubo: força estática e fadiga, resistência à corrosão, resistência à fricção de fluido do tubo ou revestimento interno;
- Economia: vida útil, manutenção, custo (fabricação e frete ao local) e custo dos reparos.

Observa-se na prática que na maioria dos casos, os tubos de PVC ou de barro vidrado satisfazem muito bem os requisitos acima citados. Apenas em casos especiais, como em interceptores de grandes bacias, é que aparece uma maior variedade de materiais, tendendo

para o concreto armado. Outra situação que podem ocorrer materiais distintos é em tubulações de recalque de elevatórias, variando do PVC ao ferro fundido dúctil.

2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi estudar o valor real do coeficiente de retorno de uma região antiga da cidade de Ponta Grossa, que está compreendida na bacia hidrográfica do arroio Gertrudes, visando a comparação do valor obtido com aquele utilizado no dimensionamento da rede coletora de esgotos. Além de fornecer subsídios para futuros estudos em outras áreas da cidade, visando a comparação entre elas.

3 Metodologia

3.1 Local de estudo

A área de estudo deste trabalho foi a bacia hidrográfica do arroio Gertrudes, no município de Ponta Grossa (PR). Essa bacia tem uma área total de cerca de 100 hectares, contando com aproximadamente 7250 ligações de água e 81 km de redes coletoras, sendo 71,61% das redes em PVC, 28,29% em tubo cerâmico e 0,10% de ferro dúctil. A ETE Gertrudes foi projetada para atender na sua 2ª etapa uma população de 27024 habitantes, e uma vazão média de 46,1 L/s (com máxima horária de 68,7 L/s), estando atualmente perto da sua máxima capacidade

3.2 Coleta de dados

Na calha Parshall, logo na entrada da ETE Gertrudes, existe um medidor eletromagnético de vazão, o qual é utilizado pelo operador da estação para preencher os boletins de controle operacional. Por meio de tais boletins, pôde-se obter as vazões de esgoto, e como os operadores nem sempre os preenchem, ou em outros casos tiram alguns dias de folga, não se conseguiu todos os valores diários.

Quanto às vazões de água, foram utilizados os dados individuais da população abastecida naquela região, com dados obtidos na Sanepar, sem os quais não se poderia distinguir vazão consumida da vazão perdida na distribuição. É importante ressaltar que esses dados são bastante completos, distinguindo clientes que possuem ligação com a rede coletora de esgoto daqueles que não possuem. Dessa forma, não é incorporado nos cálculos as vazões de água que não se destinam ao sistema de esgotamento, diminuindo a margem de erro, que fica a cargo apenas das ligações clandestinas e dos vazamentos internos nas residências.

Para coletar as informações do banco de dados da companhia, foi utilizado um software antigo da própria Sanepar, que foi atualizado e devidamente regulado pelos co-autores do presente artigo.

Visando um melhor estudo de caso, assim como auxiliar uma possível comparação com estudos futuros, também foi levantado os materiais das tubulações de esgoto da bacia. Os dados foram fornecidos pelo cadastro técnico da Sanepar, que possui uma grande quantidade de informações a respeito dos sistemas atendidos pela empresa.

4 Resultados e Discussão

A extensão total da rede coletora de esgotos na bacia hidrográfica do arroio Gertrudes é de 80.951,08 m. Com os dados obtidos na Sanepar, conforme Tabela 1, observou-se que 71,61% da rede coletora de esgotos é de PVC, com uma extensão de 57.968,49 m. A cerâmica foi o

material utilizado em 22.902,50 m da rede, compondo 28,29% da extensão total. E 80,08 m de rede é de ferro dúctil, correspondendo a 0,10% da extensão total.

Tabela 1 – Materiais das tubulações de esgoto da bacia do arroio Gertrudes

Material	Extensão total (m)	Percentual
PVC	57968,49	71,61%
cerâmico	22902,50	28,29%
FD	80,08	0,10%
Total	80951,08	100,00%

Fonte: Cadastro técnico - Sanepar

Tabela 2 – Vazões de esgoto da bacia do arroio Gertrudes – janeiro/2009

Volume diário (m³)	Vazão média (L/s)	Vazão instantânea (L/s)
1901,00	22,00	33,19
1689,00	19,55	17,52
1501,00	17,37	35,15
1404,00	16,25	19,24
1392,00	16,11	13,90
1343,00	15,54	20,68
1126,00	13,03	22,49
1075,33	12,45	18,62
1061,67	12,29	19,49
1031,00	11,93	14,28
1004,00	11,62	19,60
985,00	11,40	18,83
871,00	10,08	14,63
Vazão média de Janeiro (L/s)		
14,59		

Fonte: Sanepar

Tabela 3 – Vazões de esgoto da bacia do arroio Gertrudes – fevereiro/2009

Volume diário (m³)	Vazão média (L/s)	Vazão instantânea (L/s)
1629,00	18,85	24,16
1464,33	16,95	20,74
1445,20	16,73	36,97
1392,00	16,11	32,13
1250,00	14,47	20,86
1119,00	12,95	35,09
1052,80	12,19	19,23
1025,00	11,86	20,74
981,00	11,35	14,40
Vazão média de Fevereiro (L/s)		
14,61		

Fonte: Sanepar

Tabela 4 – Vazões de esgoto da bacia do arroio Gertrudes – março/2009

Volume diário (m³)	Vazão média (L/s)	Vazão instantânea (L/s)
2730,00	31,60	20,82
2047,40	23,70	28,03
1727,67	20,00	22,04

1455,00	16,84	30,13
1329,00	15,38	23,37
1310,00	15,16	29,24
1202,00	13,91	23,96
1192,50	13,80	25,66
1102,20	12,76	18,68
Vazão média de Março (L/s)		
18,13		

Fonte: Sanepar

Os valores obtidos via banco de dados da Sanepar, chegaram a vazões médias próximas de 26,50 L/s, juntando todas as economias da bacia, descartando aquelas não ligadas a rede de esgoto.

Relacionando vazão de esgoto média com consumo médio de água chegou-se ao coeficiente de retorno médio de 0,60. Sendo o valor citado pela Norma NBR 9649/1986 de 0,80, fica claro que o sistema ainda possui uma determinada folga no dimensionamento.

5 Conclusão

No desenvolver do trabalho, foram observadas algumas flutuações do valor do coeficiente de retorno em épocas de chuva. Isso, evidentemente, devido ao antigo problema das companhias de saneamento em evitar as ligações pluviais parasitárias, que representam um incômodo ainda maior para o tratamento do efluente.

Agradecimentos

À Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), ao departamento de Engenharia Civil e ao de Informática da UEPG.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT,1986.

_____. NBR 8890 – Tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT,2003.

_____. NBR 5645 – Tubo cerâmico para canalizações. Rio de Janeiro: ABNT,1990.

_____. NBR 14208 – Sistemas enterrados para condução de esgotos - Tubos e conexões cerâmicos com junta elástica - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT,2005.

_____. NBR 7362-1 – Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 1: Requisitos para tubos de PVC com junta elástica. Rio de Janeiro: ABNT,2005.

_____. NBR 7362-2 – Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 2: Requisitos para tubos de PVC com parede maciça. Rio de Janeiro: ABNT,1999.

_____. NBR 7362-3 – Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 3: Requisitos para tubos de PVC com dupla parede. Rio de Janeiro: ABNT,2005.

_____. NBR 7362-4 – Sistemas enterrados para condução de esgoto - Parte 4: Requisitos para tubos de PVC com parede de núcleo celular. Rio de Janeiro: ABNT,2005.

_____. NBR 15536-1 – Sistemas para adução de água, coletores tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais - Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV) - Parte 1: Tubos e juntas para adução de água. Rio de Janeiro: ABNT,2007.

_____. *NBR 15536-2 – Sistemas para adução de água, coletores tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais -Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV) - Parte 2: Tubos e juntas para coletores tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais.* Rio de Janeiro: ABNT,2007.

_____. *NBR 15536-3 – Sistemas para adução de água, coletores tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais - Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV) - Parte 3: Conexões.* Rio de Janeiro: ABNT,2007.

_____. *NBR 15536-4 – Sistemas para adução de água, coletores tronco, emissários de esgoto sanitário e águas pluviais - Tubos e conexões de plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV) - Parte 4: Anéis de borracha.* Rio de Janeiro: ABNT,2007.

_____. *NBR 15420 – Tubos, conexões e acessórios de ferro dúctil para canalizações de esgotos - Requisitos.* Rio de Janeiro: ABNT,2006.

CRESPO, P.G. *Sistema de Esgotos.* 1 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, 1977.

NINA, A.D. *Construção de redes de esgotos sanitários.* 1 ed. São Paulo: CETESB, 1975.

SANKS, R.L. et al. *Pumping station design,* Boston: Butterworth-Heinemann, 1998.

TSUTIYA, M.T.; ALEM SOBRINHO, P. *Coleta e transporte de esgoto sanitário,* 2.ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. 548p.