

II-280 - MONITORAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS POR MEDIÇÃO DIRETA NA REDE DE ESGOTOS DO SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO, UTILIZADA COMO LABORATÓRIO EM VERDADEIRA GRANDEZA

Eugenio Eduardo Q. Macedo⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia Veiga de Almeida. Pós Graduação Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) Chefe da Coordenação de Medição de Esgotos da Diretoria de Esgotos e Saneamento da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro - CEDAE.

Glaucia Alves Ferreira Macedo⁽²⁾

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia Veiga de Almeida. Pós Graduação Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e (UFRJ) Assessora Técnica Operacional de Esgotos da Diretoria de Esgotos e Saneamento da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro - CEDAE.

Endereço⁽¹⁾: Rua das Laranjeiras 457 ap 1604 – Laranjeiras – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22240-005 - Brasil - Tel: (21) 99290-7545 - e-mail: emacedo2807@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Rua dos Freijos 261 – Parque Bom Jardim – Teresópolis - RJ - CEP: 25966-200 - Brasil - Tel: (21) 98103-2831 - e-mail: glauciaafm@yahoo.com.br

RESUMO

A utilização da rede coletora de esgotos como um laboratório em verdadeira grandeza, onde as medições diretas diárias e ininterruptas do escoamento dos esgotos produzem hidrogramas, que traduzem os hábitos diários de utilização dos aparelhos sanitário por parte da população, informa ao projetista e ao operador do sistema dados relevantes do sistema a serem utilizados nas suas atividades rotineiras, que são consequência da rotina diária dos usuários, que varia em cada região de uma determinada cidade.

Quando aliamos a esses dados, as informações sobre a vazão de água potável aduzida é possível produzir informações tanto operacionais quanto comerciais sobre os sistemas de abastecimento e esgotamento que permitem aprimorar a operação e a manutenção dos sistemas assim como o gerenciamento financeiro.

Os estudos apresentados foram realizados em uma bacia amostral representativa de um sistema, em duas fases. Na primeira fase foram realizadas vistorias e medições do fluxo na rede de esgotos, elaborados hidrogramas e levantados dados cadastrais das edificações e censitários da população da bacia amostral.

Na segunda fase do trabalho foram relacionados os volumes, as vazões e as características dos hidrogramas de esgotos com as vazões e pressões da água aduzida cuja rede de distribuição foi setorizada para este fim, assim como a micro medição de água fornecida em cada economia.

A rotina de medição e avaliação que será apresentada neste trabalho visa realizar planos de intervenções acompanhando a evolução das ações na rede coletora de esgotos e na malha de distribuição de água de forma a quantificar as perdas físicas e de faturamento, o real consumo de água, assim como o da geração de esgotos per capita, e a elaboração dos hidrogramas conjuntos de água e esgotos.

A ocupação das cidades de forma verticalizada está mudando os hábitos de utilização da água, influenciando na intensidade e nos volumes de esgotos lançados na rede coletora. O estudo realizado visa também ajustar o coeficiente de retorno para a nova forma de ocupação do solo urbano.

PALAVRAS-CHAVES: Perdas Físicas; Medição de Esgotos; Operação do Sistema; coeficiente de retorno; Macedo.

INTRODUÇÃO

O gerenciamento da manutenção e da operação dos sistemas de abastecimento de água e coleta de esgotos normalmente é realizado de forma pontual, aonde os problemas vão surgindo e as intervenções vão sendo realizadas rotineiramente sem que se perceba a recorrência dos mesmos e se faça uma avaliação das suas causas. Isto normalmente se deve a grande demanda de solicitações de intervenções e a falta de um setor de controle da rede de esgotos que tenha a finalidade de estudar a causa dos problemas avaliando toda a bacia de influência. Esta forma de proceder produz inconstância no funcionamento do sistema e consumo excessivo de recursos financeiros.

Estamos realizando estudos, utilizando pequenas bacias amostrais como laboratórios em verdadeira grandeza, e desenvolvendo uma metodologia de medição nas redes coletoras de esgotos que está aperfeiçoando o gerenciamento dos serviços de manutenção e operação e projetos dos sistemas de esgotos.

Os dados levantados nas bacias amostrais podem ser transportados para outras bacias similares permitindo ampliar a área de atuação, por similaridade.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia de medição de esgotos, em bacias amostrais, usando como base o método idealizado pelo falecido **Eng. Eugenio Silveira de Macedo**, e apresentar também a metodologia que está sendo desenvolvida utilizando os hidrogramas resultantes das medições de esgotos em conjunto com os dados de água aduzida para determinar: perdas físicas e de faturamento reais, irregularidades nos sistemas de distribuição de água e coleta de esgotos, determinação do real coeficiente de retorno assim como o aperfeiçoamento das ações de manutenção e operação dos sistemas de água e esgotos.

EQUIPAMENTOS E METODOLOGIA EMPREGADA.

A metodologia para medição direta na rede de esgotos começa com a definição de uma área amostral representativa da região ou bairro a ser estudado.

A área amostral escolhida tem que ser rigorosamente uma amostra representativa do bairro ou da cidade a ser estudada, ou seja, deverá possuir as mesmas características prediais e de ocupação, com áreas comerciais proporcionais a região total além de terrenos desocupados na mesma proporcionalidade. A extensão total de suas ruas deverá ser igual ou superior a mil metros e inferior a 10% da extensão total da região correspondente.

Na área amostral faz-se uma vistoria detalhada do funcionamento da rede coletora de esgotos buscando qualquer irregularidade que impeça o fluxo normal dos esgotos, identificando locais com possíveis abatimentos, vazamentos, assoreamentos, recebimentos indevidos de águas estranhas, contribuições por vazamentos de água potável, sendo as irregularidades encontradas corrigidas e quantificadas para inventariar as ações realizadas.

Durante o período das medições, a rede coletora da área amostral é sistematicamente vistoriada em busca de alterações que provoquem medições incorretas e, caso sejam encontradas anormalidades, as medições no período são descartadas.

Faz-se uma sondagem no subsolo para identificar se o nível do lençol freático, em dias secos, gera contribuição à rede coletora. Se houver contribuição do lençol é estabelecido um índice decorrente de medições em outras regiões para essa contribuição, que deverá ser acrescido aos valores das medições realizadas.

Num poço de visita da rede coletora de esgotos, imediatamente à jusante à bacia amostral, é instalada uma calha Palmer-Bowlus e um transdutor de pressão para determinar os níveis do fluxo de esgotos na calha.

Os dados de leitura obtidos nos fins de semana e feriados não são computados por terem seus hidrogramas amortecidos pela falta de padronização dos horários de uso dos aparelhos sanitários, porém são arquivados para serem tratados separadamente, em outras ocasiões, embora os volumes totais dos esgotos medidos nestes dias sejam utilizados normalmente na totalização dos dados para a segunda etapa onde os volumes de esgotos gerados são comparados com os de água fornecida.

São descartados os hidrogramas de dias com chuva, devido à possível contribuição de águas pluviais na Rede Coletora, neste período e também os dias em que houve qualquer tipo de irregularidade que comprometa o fluxo normal dos esgotos, como entupimentos na rede, abatimentos, etc.

Para a medição das vazões de água potável fornecida, é instalado um macro medidor em cada distribuidor que abastece a área amostral, sendo os dados computados a cada 10 minutos são enviados por telemetria a uma central a cada 30 minutos para serem tratados.

É realizado um levantamento censitário nas edificações da área amostral bem como a quantificação total do número de economias determinando-se assim o número real de habitantes por economia.

É feita uma vistoria, preliminar em cada prédio para verificar se todos os imóveis estão realmente conectados a rede de distribuição de água e se fazem parte da malha setorizada em estudo, bem como se as ligações prediais de esgotos correspondentes encaminham seus efluentes à bacia de esgotamento da área amostral.

Nas vistorias preliminares as irregularidades encontradas vão progressivamente sendo corrigidas e quantificadas para o acompanhamento da evolução das ações adotadas.

A micromedicação mensal, em cada economia pertencente à área amostral, é quantificada individualmente sendo o volume individual e o total computado mês a mês.

As pressões em cada distribuidor, no ponto de macro medição também são computadas a cada 10 minutos e enviadas por telemetria a cada 30 minutos.

OS RESULTADOS OBTIDOS NA PRIMEIRA ETAPA

A medição do fluxo de esgotos na rede coletora da bacia amostral do bairro de Laranjeiras - Município do Rio de Janeiro está sendo realizada no coletor com diâmetro de 300 mm na Rua General Glicério, onde está instalada a calha de medição.

A fase inicial de medição se estendeu por um período superior a um ano. Isto permitiu a elaboração de grande quantidade de hidrogramas diários aproveitáveis refletindo o comportamento da utilização da rede coletora em todas as estações do ano.

Estes hidrogramas associados ao quantitativo populacional e de economias permitiu traçar um perfil da característica da vazão na rede coletora que é reflexo direto dos hábitos coletivos da população contribuinte.

Os valores per capita de esgotos foram determinados, considerando o volume total médio de esgotos gerados diariamente, em relação à população residente levantada no campo.

Um dos objetivos principais nesta primeira fase foi determinar a real taxa de vazão de esgotos para a elaboração de projetos e aperfeiçoamento dos serviços de operação e manutenção. A utilização dos dados medidos de apenas dias úteis se deve ao fato que nesses dias a disciplina de utilização dos aparelhos sanitários, por parte da população, produz vazões maiores na rede coletora, pela simultaneidade de uso desses aparelhos. Tal fato não ocorre nos fins de semana e feriados pela diversidade de horários das atividades domésticas e pessoais.

Os resultados das medições nesta fase são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Dados Levantados na Bacia Amostral de Laranjeiras

Vazão máxima média	26,3	l/s
Vazão mínima média	3,6	l/s
Média	14,6	l/s
Volume total médio	1.280	m ³
Economias	1.622	un
População	4.061	hab
Habitantes / Economia	2,5	hab
Contribuição per capita	315,4	l/hab.dia
Maré	1,8	-
Extensão de ruas	2	km
Taxa de vazão máxima atual	13,2	l/s.km

DISCURSÃO DOS RESULTADOS

Observando os hidrogramas levantados é possível determinar os momentos marcantes do funcionamento do sistema de esgotamento, ou seja, os momentos de pico, de baixa vazão, a relação entre a vazão de pico e a média, para a determinação da maré típica da região entre outras grandezas.

É importante observar que a forma dos hidrogramas é decorrente da sobreposição de dois componentes. O primeiro é relacionado ao consumo de água para conservação da economia, quando não importa a quantidade de pessoas residentes. A rotina dessa atividade é muito regular e uniforme, gerando hidrogramas que demonstram esta qualidade. O segundo é relativo ao consumo pessoal de água na economia, onde as pessoas que habitam ou freqüentam a edificação ficam restritas à disponibilidade dos aparelhos sanitários.

O consumo em residências obedece a certa regularidade devido aos hábitos pessoais, que tendem a repetir atividades nos mesmos horários, diariamente, principalmente nos dias úteis, fato comprovado ao serem analisados os hidrogramas diários. Esses hábitos se adaptam em função do número de moradores por economia e a disponibilidade de peças sanitárias.

Quanto maior o número de pessoas na economia, para um mesmo número de aparelhos sanitários, maior será o achatamento do hidrograma desta residência na hora do pico, visto que a falta de aparelhos para atender a todos os moradores simultaneamente força a sua utilização antes ou depois da preferência habitual.

Caso haja um número maior de aparelhos, o uso simultâneo favorecerá um pico cada vez menos achatado.

O número absoluto de moradores não influi diretamente na forma do hidrograma, e sim a possibilidade de uso simultâneo dos aparelhos, em função da sua disponibilidade.

A seguir são apresentados alguns exemplos de hidrogramas elaborados com os dados levantados na bacia.

Hidrograma de Esgotos

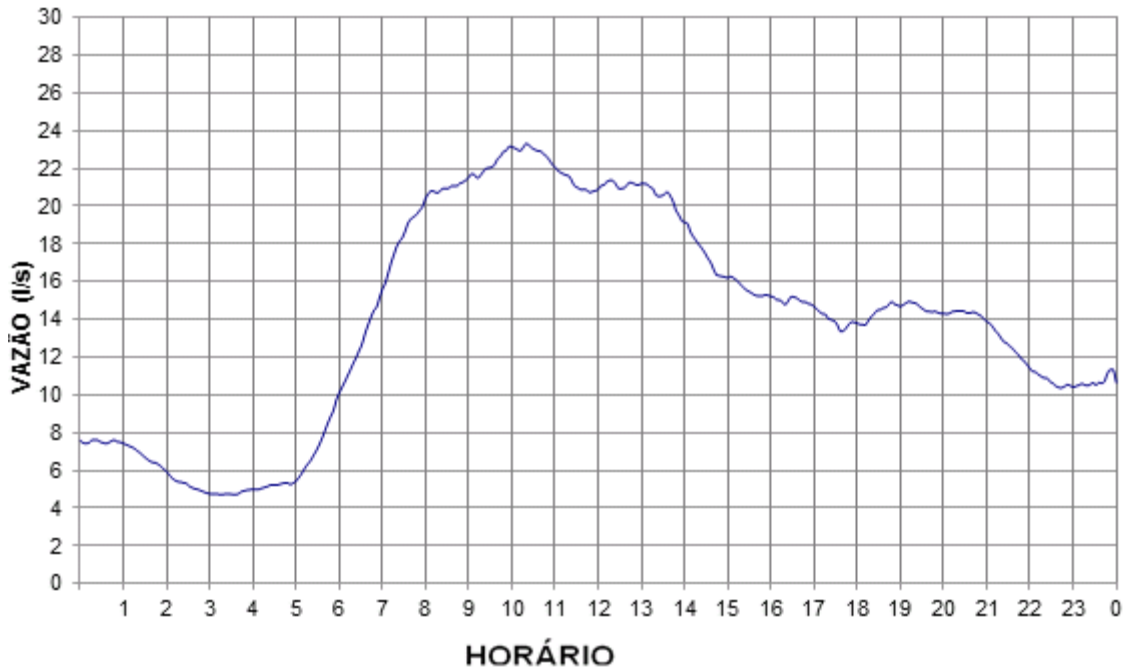


Figura 1: Hidrograma típico de dia útil.

A figura 1 representa o hidrograma de dias úteis. Pode ser observado que a vazão máxima é bastante superior as vazões máximas dos sábados ou domingos apresentados nas figuras 2 e 3.

Hidrograma de Esgotos

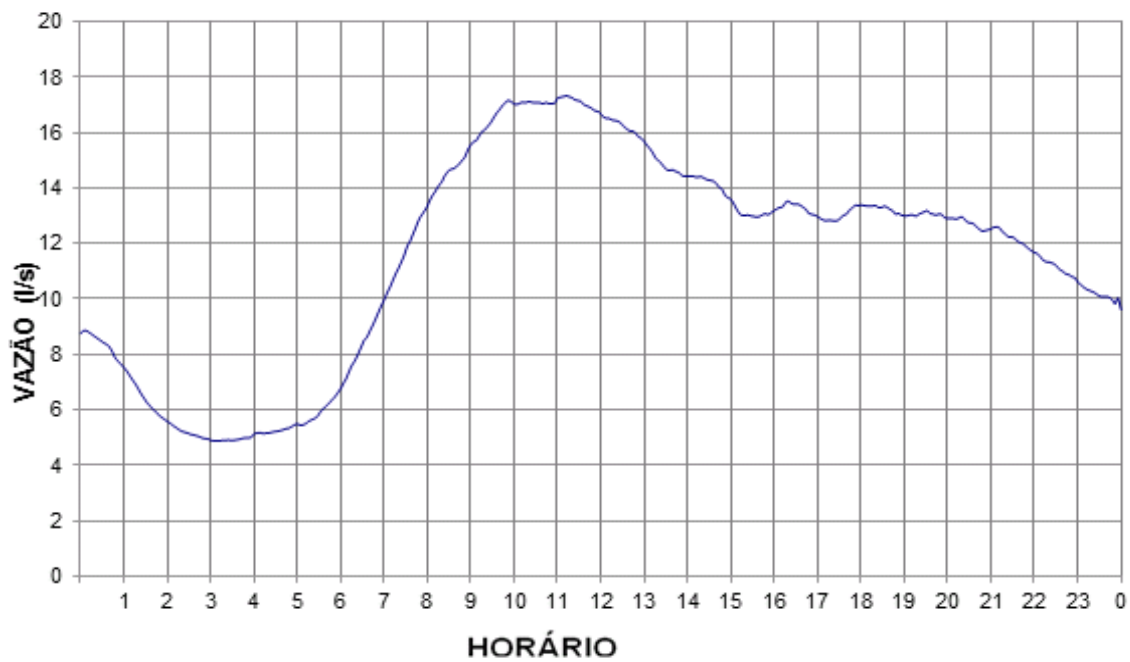


Figura 2: Hidrograma típico de Sábado.

Hidrograma de Esgotos

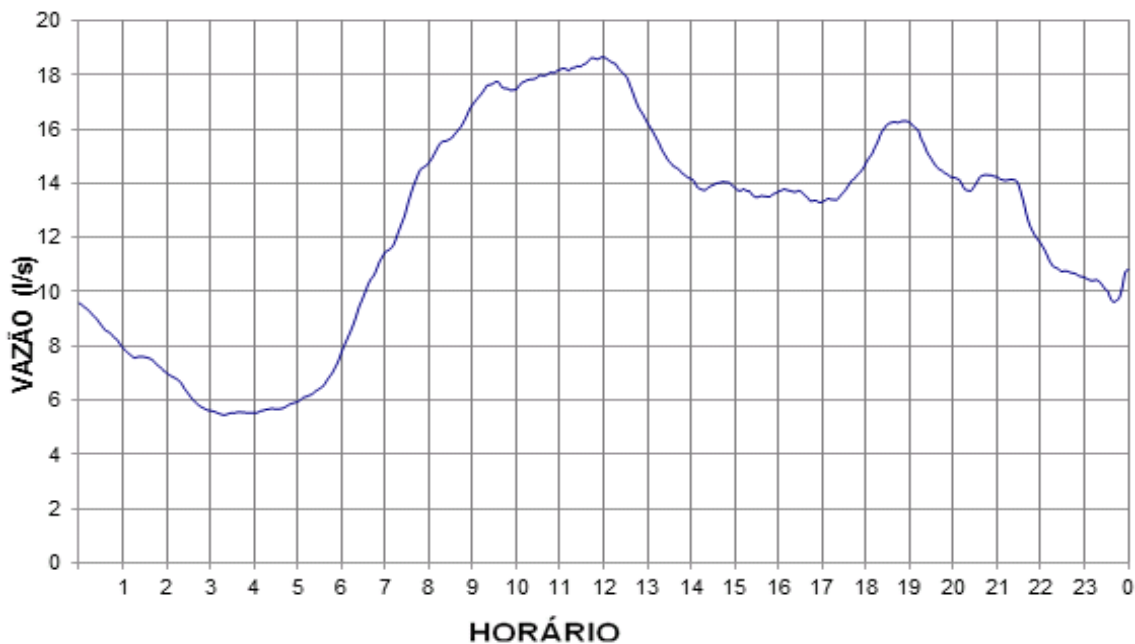


Figura 3: Hidrograma típico de Domingo.

O achatamento na região de pico dos hidrogramas das figuras 2 e 3 caracteriza a menor uniformidade de utilização dos aparelhos sanitários nos fins de semana. Isto leva a uma redução nos picos em contrapartida aos picos maiores nos dias úteis, que definem a vazão de projeto.

RESULTADOS OBTIDOS NA SEGUNDA ETAPA

Concluída a primeira etapa do trabalho, prosseguimos com uma segunda etapa onde os resultados das medições de esgotos são relacionados com os das medições de água macro e micro medidas.

Está sendo estudado o valor do consumo per capita médio de água potável aduzida, determinado por medição nos distribuidores da região para ser comparado com o consumo per capita micro medido em cada economia na bacia amostral, com base na população levantada em cada imóvel. Em caráter preliminar, estamos adotando um desvio mínimo de 40%, para mais, entre o volume mensal de água fornecido, que seria o esperado para o imóvel, e o volume que de fato foi consumido com base na micro medição apurada.

Para os imóveis que fogem deste padrão de 40%, são providenciadas vistorias no campo internamente em cada um desses imóveis para apurar se há alguma irregularidade e corrigi-la.

À medida que as medições vão produzindo um volume maior de dados coletados, torna-se possível serem apuradas fraudes ou irregularidades no sistema reduzindo o desvio na expectativa de consumo para valores menores.

Tabela 2: Exemplo de alguns imóveis analisados para a verificação se o consumo esperado está condizente com o consumo micro medido em cada imóvel.

Local	Consumo Real Mensal (m ³)	Consumo Esperado Mensal (m ³)	Desvio (%)
Prédio a	38,00	19,15	49,60
Prédio b	68,00	28,73	57,70
Prédio c	64,00	19,15	70,10
Prédio d	25,00	38,31	-53,20
Prédio e	1.154,00	1.781,35	-54,40
Prédio f	560,00	766,17	-36,80

Analisando os hidrogramas de água macro medidos juntamente com os hidrogramas de esgotos pode-se avaliar o comportamento de consumo da população quantificando as máximas e mínimas vazões diárias. Essas informações são essenciais para a compreensão do comportamento dos sistemas e permitem aprimorar a operação e nortear o planejamento de manutenção preventiva e emergencial.

Nas diversas medições que temos realizado a relação entre a vazão média diária e a mínima de esgotos costuma ser em torno de 20%. Valores que extrapolem consideravelmente esta proporção tanto nos hidrogramas de esgotos e principalmente nos hidrogramas de água distribuída, podem indicar provável vazamento de água potável na malha de distribuição, necessitando de investigação no campo.

Na figura 4, nota-se que a vazão mínima de esgotos está próxima de 24% da média, demonstrando as características acima relacionadas.

Na bacia estudada, as vazões mínimas, tanto dos esgotos produzidos quanto da água distribuída, possuem níveis mínimos similares na madrugada, caracterizando a ausência de possíveis vazamentos na malha de distribuição, conforme figura 4.

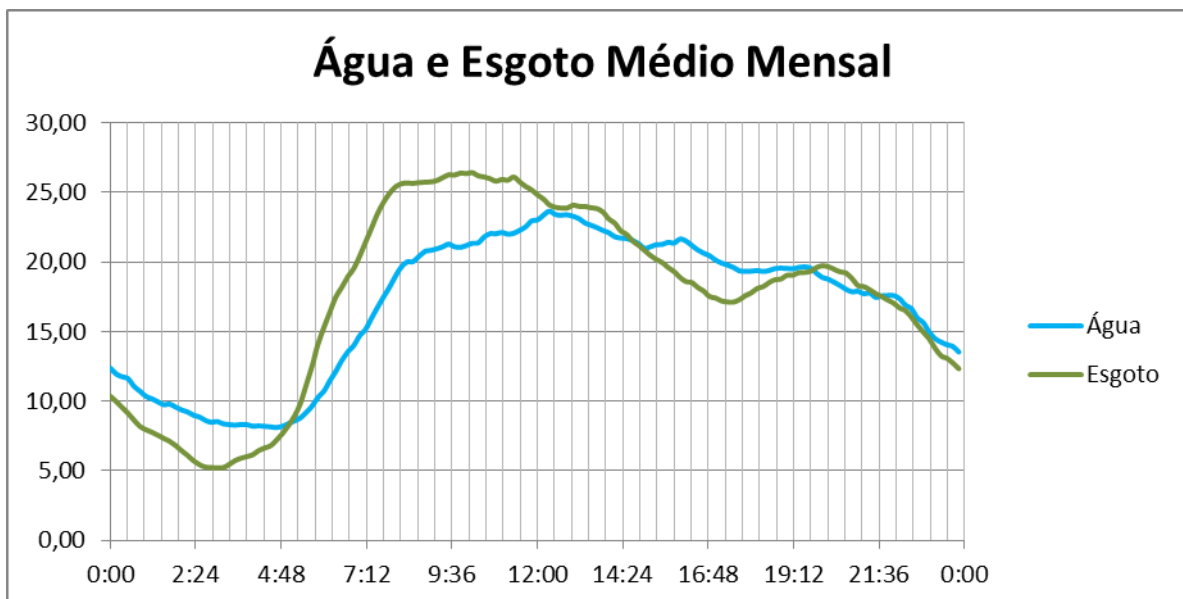


Figura 4: Hidrograma médio diário da vazão da água total distribuída e dos esgotos totais coletados.

Na figura 5 pode ser observado o gráfico diário que apresenta o hidrograma de água distribuída correlacionado com o gráfico de variação de pressões na linha. A análise dos dados contribui para a determinação de perdas por vazamentos na malha de distribuição.

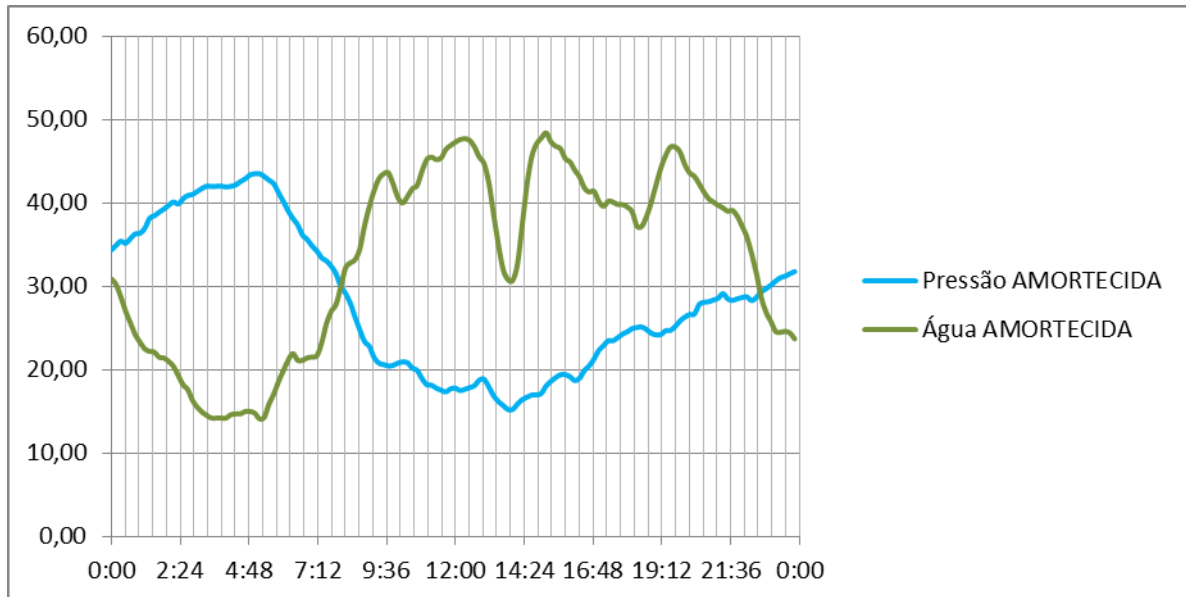


Figura 5: Hidrograma médio diário da vazão da água total comparada às pressões no sistema de distribuição.

Outra grandeza que está sendo determinada é o valor do coeficiente de retorno real com base nas medições comparativas entre a macromedição de água e a macromedição dos esgotos. Tradicionalmente o valor de 80% é adotado para projetos de sistemas de esgotamento sanitário, porém a nosso ver, carece de uma possível atualização em função das mudanças de hábitos dos consumidores ao longo de décadas. Nas primeiras medições nesta bacia o valor desta grandeza aponta para índices bem inferiores, retratando a evolução das características dos imóveis ao longo de décadas onde as casas com terrenos, foram progressivamente substituídas por moradias em prédios residenciais. Esta nova configuração conduz à maior utilização da água fornecida e a conseqüente produção de esgotos.

A figura 6 ilustra a medição de um mês, onde o coeficiente de retorno encontrado foi de 95,82%. Um mês não é um período suficiente para se determinar um novo patamar para o coeficiente de retorno, porém à medida que as medições evoluírem será possível adotar um valor ajustado condizente aos hábitos contemporâneos da população.

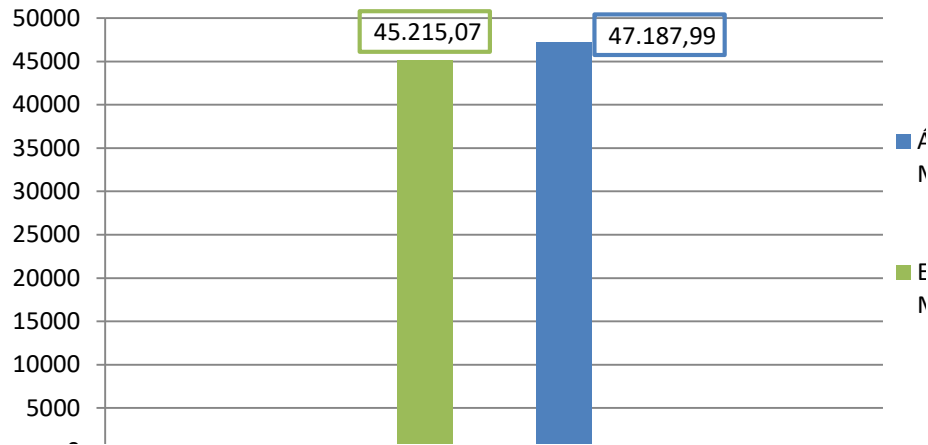


Figura 6: Gráfico comparativo entre a água total fornecida e os esgotos coletados.

Com o ajuste atualizado do coeficiente de retorno será possível apontar possíveis distorções como, por exemplo, economias que utilizam água de nascentes, poços ou chuva que produzem esgotos que são lançados na rede coletora, mas não são faturados. Vazamentos na malha de distribuição também poderão ser percebidos e quantificados quando comparados com as medições do volume de água e esgotos macro medidos.

A comparação entre o volume total de água macro e micro medido permite verificar a existência de ligações irregulares ou clandestinas nas economias de forma global, sendo que a verificação pontual em cada imóvel deverá ser realizada nos prédios em que o consumo mensal esperado for superior ao real micro medido. Um valor limite para esta relação deverá ser adotado pelo órgão gestor, conforme o refinamento que se deseje.

Outra atividade que está sendo desenvolvida consiste em relacionar os valores mensais, dos volumes da água micro medida com os volumes da água micro faturada. Com o decorrer dos trabalhos de medição e as inspeções no campo, as irregularidades encontradas, quando corrigidas, farão com que os valores faturados tendam a aumentar diminuindo a evasão.

As informações, diariamente, coletadas das vazões de água distribuída e as pressões correspondentes nos pontos de medição produzem uma relação real da vazão de água noturna quando comparada à vazão média. Sabe-se que na eventual ocorrência de pontos de vazamentos na malha de distribuição, a ocorrência de maior fluxo, ocorre nos momentos de menor consumo de água e consequente aumento de pressão no sistema. Conhecendo-se o comportamento das vazões e pressões do sistema ao longo do dia, será possível um melhor ajuste no sistema de distribuição baseado em dados reais e em verdadeira grandeza, de forma a reduzir eventuais vazamentos não localizados, minimizando as perdas físicas.

Os resultados para cada constatação quantificada na região amostral servirá como um referencial estatístico do que se espera para os bairros ou cidades similares.

Essa metodologia permitirá a elaboração de um plano de manutenção preventiva, ampliação ou modernização do sistema, baseados em dados reais específicos para a região a ser atendida, facilitando o orçamento dos gastos, a previsão do tipo de ação e os resultados que serão alcançados.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os estudos que estão sendo realizados abrirão uma nova janela na forma de entendimento e quantificação das grandezas envolvidas no sistema de abastecimento e esgotamento sanitário resultantes das rotinas diárias da população utilizando a área amostral como um laboratório em verdadeira grandeza.

A característica do funcionamento do sistema de distribuição de água e coleta de esgotos em regiões mais numerosas em termos populacionais, quantidade de economias, extensão das redes, etc., podendo essa região ser um bairro ou grupo de bairros ou até mesmo uma cidade inteira, por extrapolação estatística, poderá ser quantificada e detalhada permitindo uma previsibilidade das ações, custos e retornos reais dos investimentos.

Uma boa gestão do sistema de esgotamento e abastecimento é aquela que leva conforto para o usuário e segurança ao meio ambiente com o menor custo de operação e manutenção em função de uma política eficiente de planejamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MACEDO, EUGENIO SILVEIRA DE, Cálculo do Escoamento na Rede Esgotos Sanitários do Sistema Separador Absoluto, 1960. I Congresso de Engenharia Sanitária, ABES.
2. LEME, FRANCILIO PAES, Planejamento e projeto dos sistemas urbanos de esgotos sanitários, 1977. CETESB
3. DELMÉE, GÉRARD J, Manual de Medição de Vazão, 2003.
4. NETO, JOSÉ M. DE AZEVEDO, Manual de Hidráulica, 1970.