Metodologia de Pesquisa de Vazamentos por Tipo de Sistema de Abastecimento

Robson Fontes da Costa [1]
Doutorando em Administração e Sustentabilidade (FEI/SP), Mestre em Tecnologias Ambientais pelo Centro Paula Souza (CPS/SP), Engenheiro Civil pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL/SP), Engenheiro Sanitarista pela Faculdade de Saúde Pública de São Paulo (FSP/USP), Engenheiro Projetista de Válvulas Indústrias pela Faculdade de Mecatrônica da Politécnica de São Paulo (POLI/USP), Engenheiro de Segurança do Trabalho (ESTÁCIO/SP) e Tecnólogo em Obras Hidráulicas (FATEC/SP).

Endereço [1]**:** FATEC/SP**:** Av. Tiradentes, 615 - Bom Retiro, São Paulo - SP, CEP - 01101-010 - Brasil - Tel.: +55(11) 3324 3434 - e-mail: robson.costa@cps.sp.gov.br

RESUMO

Nos Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água, como em qualquer indústria de transformação, existem perdas em algumas fases do processo. Desde a captação até o consumidor final, existem vários tipos de perdas, geradas em sua maioria por manutenções, operações, aplicação de materiais e tecnologias inadequadas.
As perdas reais correspondem ao volume de água tratada produzida que não chega ao consumidor final devido à ocorrência de vazamentos ou extravasamentos de reservatórios.
Para um efetivo combate a essas perdas é necessária à utilização de um correto método de pesquisa de vazamentos, sendo que, de acordo com as características do setor de abastecimento, pode ser divido em três principais aplicações, a Varredura de Rede, a Pesquisa sem Medição de Vazão e a Pesquisa com Medição de Vazão. Os resultados de cada aplicação utilizados em três sistemas de abastecimento, cada qual com suas características são apresentados com suas vantagens e desvantagens. A análise da recorrência dos vazamentos e a aplicação do formulário de "registro de falhas" complementam os estudos abordados, visando identificar as causas prováveis dos apontamentos de vazamentos não visíveis locados.

PALAVRAS-CHAVE: Métodos de Pesquisa de Vazamentos, Perdas Reais, Recorrência de Vazamentos.

INTRODUÇÃO

A utilização da água é fundamental para a existência humana. Desde os primórdios da antiguidade o homem se estabelece as margens de rios e lagos, para prover sua própria sobrevivência.

A água é utilizada para diversos, fins, desde o abastecimento, a agricultura, recreação ou até a diluição de poluentes.

Os conceitos de sustentabilidade, ainda eram desconhecidos totalmente ou não aplicados pela sociedade até o século passado. A preocupação pela manutenção de recursos ambientais não era relevante, apenas a sua exploração desenfreada, impulsionada por uma crescente onda de consumo e geração de serviços.

Estas atividades provocaram ao longo dos anos graves desajustes ambientais, aos diversos recursos naturais explorados pelo homem. Desta forma, os chamados recursos hídricos sofreram graves problemas gerados pela falta de uma política de sustentabilidade.

Hoje, mais de um bilhão de pessoas não tem acesso adequado e a um preço aceitável a água potável. Perto de dois bilhões e meio não dispõem de qualquer tipo de saneamento (CANDESSUS, 2005).

Como o ar, a água não é tão presente do que quando ela falta. O simples gesto de abrir uma torneira e para muitos ainda um luxo.

Durante séculos a água não foi uma preocupação: quando faltava, migrava-se em direção a outro poço a outra fonte. Com o tempo as regras mudaram e este horizonte, não é mais verdadeiro. A população do mundo multiplicou-se exponencialmente, o que demanda um maior consumo deste escasso recurso, desde as práticas de lazer, higiene ou a outras tão importantes como a agricultura.

O desenvolvimento sustentável não engloba somente todos os sujeitos do ambiente, ele os completos pela tomada em consideração das instituições públicas em seu conjunto, do mundo profissional privado e da sociedade civil nela contida. Sobretudo, ele sublinha a relação sistêmica entre três obrigações incontornáveis de nossas economias: crescer, compartilhar – pois a pobreza é a poluição mais grave -, fazer prosperar o planeta que transmitimos para as gerações futuras. Trata-se de restabelecer o desenvolvimento para os 50% da humanidade que estão totalmente desassistidos (CAMDESSUS, 2005).

O crescimento desordenado de grandes centros urbanos agrava estas desigualdades. A disponibilidade de Recursos Hídricos para o atendimento desta demanda cada vez mais crescente da população é muitas vezes insuficiente.

A falta de políticas de planejamento e a falta de investimentos nos sistemas de abastecimento de água geram problemas de difícil solução, uma vez que a não eficiência destes sistemas geram "perdas" no processo, consumindo cada vez mais recursos naturais advindos das captações.

Segundo Tardelli Filho (2006) "perda" é toda água tratada que foi produzida e se perdeu no caminho, não chegando ao uso final pelos clientes. Portanto a água é um meio muito complexo, não somente no ponto de vista científico e técnico, mas igualmente pelas implicações políticas, sociais e econômicas e financeiras que sua gestão – boa ou má – vai provocar. Um conjunto de medidas técnicas, administrativas, financeiras e de comunicação que convém colocar em operação simultaneamente para se chegar a alguma solução, a um progresso coletivo, mensurável objetivamente. A abordagem sistêmica é então necessária.

Destas necessidades podem-se ressaltar as seguintes para um desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos:

- Combate as perdas;
- Reciclar a água;
- Diminuir a carga poluidora das indústrias;
- Utilização de água de chuva;
- Desenvolver gestão por Bacias Hidrográficas.

É necessária uma mudança mais profunda. Cultural com medidas que visem tão somente a educação de nossos filhos ou da própria sociedade, mas atitudes que nos modifiquem mesmos na busca da sustentabilidade da água.

Em um sistema público de abastecimento de água, a ocorrência de vazamentos nas tubulações representa um grande problema para a companhia de saneamento.

É senso comum associar os vazamentos nas tubulações à ideia de perda, desperdício, ineficiência e outros qualitativos que denotam má gestão do sistema (CETRE, 2009). As consequências mais imediatas dos vazamentos são:

- Aumento dos custos de produção e operação, resultando em preços mais elevados da água tratada ao consumidor;
- Riscos maiores de contaminação da água distribuída quando houver despressurizarão da rede, pela possibilidade de acesso de agentes nocivos ao interior da tubulação;
- Danos aos patrimônios públicos ou privados, pela degradação do sistema viário e comprometimento das edificações devido a infiltrações de água;
- Prejuízos à imagem da companhia de saneamento perante a comunidade.

Segundo Gomes (2004) as tubulações da rede de distribuição são enterradas e transportam água sob pressão até os pontos de consumo junto aos imóveis, onde ocorre a medição dos volumes através de hidrômetros. Este ponto define as responsabilidades: até o hidrômetro a operação e manutenção do sistema cabem à companhia de saneamento; após o hidrômetro, todo e qualquer problema nas tubulações é de responsabilidade do consumidor.

Os vazamentos geralmente afloram à superfície, sendo então facilmente identificados e posteriormente corrigidos. Entretanto, em muitos casos os vazamentos não atingem a superfície do terreno, permanecendo dias, meses ou anos escoando, totalizando volumes consideráveis de perdas de água.

Para diminuir os efeitos desses vazamentos não visíveis, existem técnicas de detecção acústica que devem ser sistematicamente aplicadas pela companhia de saneamento. Os equipamentos e as metodologias envolvidas estão em contínuo desenvolvimento, permitindo que cada vez mais se indique com maior precisão o ponto exato do vazamento, evitando gastos inúteis com escavações devido à eventual erro na indicação do vazamento. Tão importante quanto à técnica é a capacitação dos profissionais que militam nesse campo, fundamental para ampliação dos benefícios da aplicação dessas metodologias.

OBJETIVO

Nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho é apresentar a discussão as metodologias aplicadas a pesquisa de vazamentos por tipo de sistema de abastecimento e apresentar os resultados e análises de indicadores de gestão, para o combate as perdas reais.

METODOLOGIA UTILIZADA

Existem distintos métodos para identificar as áreas onde devem ser realizados trabalhos de pesquisas acústicas para detecção de vazamentos não visíveis. Serão descritos a seguir, de forma sucinta, os métodos mais usuais no Brasil, pode ser descrito como:

a) Varredura de rede: neste caso não são feitas quaisquer medições ou análises prévias das condições da rede, simplesmente são realizadas as pesquisas acústicas em todo o sistema de distribuição de água.
É uma metodologia que não apresenta eficiência nos resultados finais, pois são desperdiçados tempo e recursos atuando em trechos da rede em boas condições, só se justificando sua aplicação em pequenos sistemas de distribuição.

b) Pesquisa sem medição de vazão: são levantadas e mapeadas as informações pertinentes ao caso, identificando as zonas de pressão ou distritos de medição e controle mais promissores em termos de ocorrência de vazamentos não visíveis. Os itens que devem ser levantados e considerados para se obter uma perfeita análise para a definição de áreas críticas de ocorrência de vazamentos são:

- Mapeamento da rede em função das pressões: Este mapeamento deve ser feito por faixas de pressões a serem definidas. Inicialmente podem ser utilizadas as seguintes: 0 – 30; 30 – 50 e acima de 50 mca.
- Mapeamento da rede em função da idade das tubulações: Consiste em fazer um levantamento das redes de acordo com as seguintes faixas de idade dos tubos: 0 a 10; 11 a 15; 16 a 20; 21 a 25; 26 a 30 e acima de 30 anos.
- Incidência de vazamentos: Deve ser feito um levantamento de todos os vazamentos visíveis e não visíveis consertados num período mínimo de 1 ano para localização de indicadores como vaz/km.
- Número de vazamentos por extensão de rede: Este levantamento deve ser feito por setor de abastecimento, ou seja, deve-se obter a relação do número de vazamentos consertados por extensão de rede de cada setor de abastecimento (ou zona de pressão).
- Comparação entre macro e micromedição: Consiste em se obter através de comparação da macro e micromedição o Índice de Perdas por setor de abastecimento (é difícil ter micromedição por zona de pressão ou Distrito de Medição e Controle).

Outros itens que podem ajudar a identificar as áreas para pesquisa são:

- Áreas com ramais prediais em ferro galvanizado ou de PVC com mais de 10 anos de instalação;
- Áreas com ramais prediais em polietileno com incidências de retrabalho;
- Áreas com lençol freático elevado;
- Ruas com grande espessura do pavimento; e
- Áreas com solos que tendem a ocasionar mais vazamentos (solos moles) ou que dificultam o afloramento do vazamento (solos arenosos).

De posse dessas informações, é possível hierarquizar as áreas onde serão desenvolvidos os trabalhos de pesquisa acústica. Esta é a metodologia mais utilizada pelas companhias de saneamento. Não é dispendiosa, exigindo entanto um adequado sistema de banco de dados e gerenciamento de informações.

Em alguns casos podem ser direcionadas ações para tentar ajudar a resolver problemas de intermitência, pois, ao se equacionar o vazamento pode-se estar resolvendo o problema de abastecimento da área.

c) Pesquisa com medição de vazão: As áreas críticas de vazamentos são determinadas através de medições sistemáticas de vazão e pressão nos distritos de medição e controle, zonas de pressão e setores de abastecimento, definindo-se os parâmetros de controle (Fator de Pesquisa, Vazão/km de rede, etc.) que nortearão a seleção das áreas. Os passos iniciais requeridos para se chegar a essa seleção podem ser elencados da seguinte forma:

- Realização de medições globais de vazão nas Áreas de Controle, por um período de 7 dias;
- Determinação dos Fatores de Pesquisa de cada área;
- Varredura com pesquisa acústica para detecção dos vazamentos não visíveis;
- Implementação de uma campanha de conserto de vazamentos detectados;
- Realização de novas medições de vazão; e
- Determinação dos novos Fatores de Pesquisa, que passam a ser os valores de referência das Áreas de Controle.

As ações subsequentes consistem em acompanhar periodicamente, através de medições, o comportamento das vazões e dos fatores de pesquisa. Alterações substanciais em relação aos valores de referência indicam incremento no número de vazamentos não visíveis, mostrando então à oportunidade de se pesquisar acusticamente a área em busca dos vazamentos.

A grande vantagem dessa metodologia é a otimização dos recursos, ao se pesquisar somente áreas com grande potencial de recuperação de vazões, além dos aportes de conhecimento da realidade operacional das áreas analisadas. Para tanto, exigem-se equipes suficientes, bem treinadas e com instrumental adequado, o que acarreta aumento dos custos.

A combinação desta metodologia com a anterior (Pesquisa Sem Medição) é possível, agregando-se mais fatores de decisão. Atualmente, com a maior facilidade de instrumentação e telemetria, é possível obter um acompanhamento direto das vazões afluentes às Áreas de Controle, agilizando o processo de decisão.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados da aplicação das três técnicas são apresentados a seguir, onde:

a) Varredura de rede: Apesar do direcionamento a uma área conhecida como de alta recorrência de vazamentos por ser abastecido por um sistema de bombeamento, este tipo de método de ações não produz dados suficientes para a elaboração de um melhor diagnostico de ações ou locais de maior relevância ou retorno de pesquisas, resultando apenas no indicador de vazamentos por quilometro pesquisado. Nesta metodologia, a aplicação de técnicas mais sofisticadas de pesquisa de vazamentos como a utilização de correlacionadores ou armazenadores de ruídos, não é aplicada, sendo mais produtivo o uso de pesquisas diretas através de hastes de escuta e confirmações com geofone. O formulário de registro de falhas forneceu parâmetros dos reparos realizados que ajudam a quantificar as causas destas ocorrências. Pode-se atribuir estas ocorrências além da alta pressão já mencionada a execuções realizadas fora do padrão. Muitas delas encontravam-se durante as escavações de forma totalmente irregular quanto a sua instalação.

b) Pesquisa sem medição de vazão: Os resultados apresentados no segundo setor de abastecimento, onde se adotou o método de pesquisa sem medição, mostrou-se eficiente, não somente pela diminuição da taxa de ocorrência de vazamentos ou pela diminuição do indicador de vazamentos por quilometro, o que possibilitou o cálculo da recorrência de vazamentos do setor. A determinação da taxa de surgimento de vazamentos e de fundamental importância para os planejamentos e dimensionamentos dos períodos de pesquisa de cada setor. Características como desnível acentuado, que pode provocar áreas com altas pressões. Instalações de bombas de recalque (booster), associados à má qualidade dos materiais empregados nas ligações e a idade da rede potencializam seu surgimento em períodos cada vez menores, que, se não equacionados de maneira rápida, elevam significativamente os indicadores de perdas nos mesmos. A subdivisão dos setores de abastecimento em áreas de controle, onde o

acompanhamento dos resultados e das ações empregadas se dá de forma mais clara e rápida e o direcionamento nas quadrículas com maior incidência de vazamentos, contribuiu para os resultados apresentados direcionando as pesquisas para aquelas porções prioritárias que seriam diluídas nas campanhas globais de pesquisa de vazamento. Esses indicadores são:

- Taxa mínima de vazamentos por quilometro por re-pesquisa;
- Extensão do setor;
- Surgimento de vazamentos/mês;
- Surgimento de vazamentos/ano.

Considerando-se que cada vazamento visível foi em seu surgimento um vazamento não visível pode-se então afirmar que a taxa de vaz/km não visíveis apontadas em uma campanha de detecção é a taxa natural de vazamentos do setor, desde que o a diferença entre as pesquisas não aponte a diminuição do mesmo. Desta forma ainda se verificou que:

- Extensão de rede do setor: 455 km
- Extensão de rede pesquisada: 839 km
- Frequência de pesquisa por ano = 455 / 839 = 0,542

Multiplicando-se esta frequência de pesquisa, por ano, chega-se a uma taxa média de surgimento de vazamentos. Se a capacidade de pesquisa for de duas campanhas no ano, então se obtém o tempo médio para o conhecimento dos vazamentos no setor obtemos na Equação 01

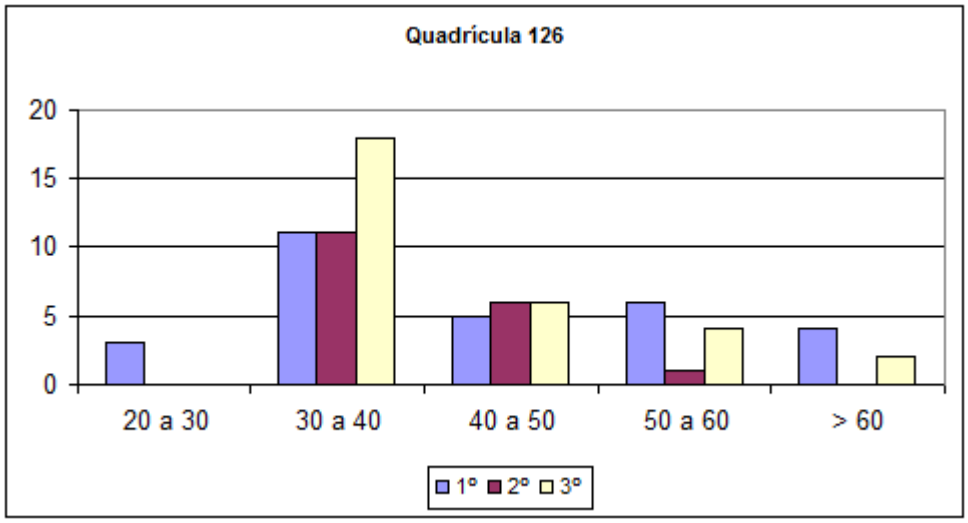
0,542 x 365 dias = 197 dias (aproximadamente, duas vezes por ano). (Equação 01)
977 / 2 = 98 dias

Assim o tempo de conhecimento de novos vazamentos será superior a três meses. Para aferição destes dados verificou-se a quantidade de vazamentos totais reparados no setor, que foi de 7505 ocorrências, validando o modelo proposto. Portanto para que se possa efetuar um controle ativo de vazamentos, precisar-se-ia aumentar ainda mais o período de pesquisa entre os ciclos. Deve-se perceber que a não diminuição deste indicador poderá estar associada a outras ações como:

- Diminuição da pressão;
- Troca da infraestrutura existente (troca de ramais);
- Agilidade nos reparos.

A Figura apresenta a variação o aumento de pressão após os concertos, o que deve ser acompanhado para a diminuição de novas recorrências de vazamentos.

Figura 01 – Aumento da pressão após reparo do vazamento apontado.



Fonte: do Autor.

Nota-se que a ocorrência dos vazamentos está relacionada a problemas nas infraestruturas existentes. O monitoramento e acompanhamento dos reparos são importantes ferramentas na tomada de decisão das ações corretivas necessárias, conforme apresentado na Figura 02.

Figura 02– Problemas de infraestrutura encontrados.

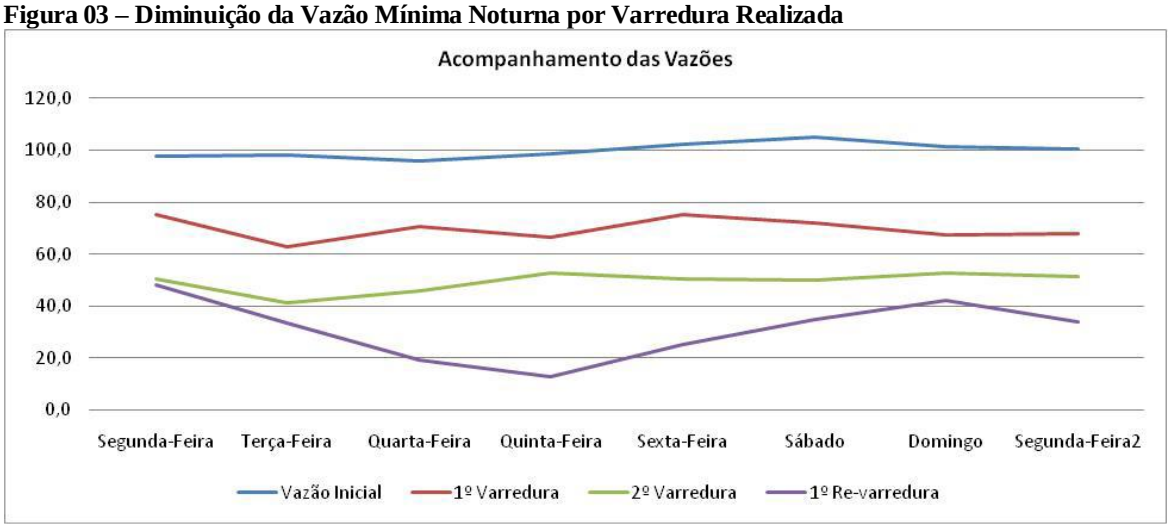


Fonte: do Autor.

Estas análises reforçam a necessidade de associarem-se as campanhas de pesquisa de vazamentos não somente a simples execução após a sua locação, mas sim, em um amplo planejamento e pesquisa dos resultados apresentados. Somente desta forma, associando estas execuções à diminuição da pressão, análise de infraestrutura com trocas de ramais e maior agilidade no reparo pode-se evitar estas situações.

c) Pesquisa com medição de vazão: Os resultados apresentados no DMC (Distrito de Medição e Controle), representam uma análise mais apurada das atividades de pesquisa de vazamentos, pois o método aplicado possibilita não somente o resultado do volume recuperado após o conserto dos vazamentos locados nas pesquisas de detecção, mas indicadores de performance e históricos do comportamento da curva de consumo da vazão no período de estudado, conforme a Figura 03. A aplicação deste método demonstrou-se ser a mais completa dentre as aplicadas, mas para a sua utilização são necessários Distritos de Medição e Controle (DMC), instalados com a possibilidade de medição de vazão nas estações pitométricas ou DMC´s, reduzindo-se a viabilidade de sua aplicação.

Figura 03 – Diminuição da Vazão Mínima Noturna por Varredura Realizada



Fonte: do Autor.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Verificamos que para um efetivo controle das perdas reais, devemos utilizar ferramentas para um melhor desempenho das atividades de pesquisa de vazamentos.
Uma destas ferramentas é a subdivisão dos setores de abastecimento em áreas de controle, onde o acompanhamento dos resultados e das ações empregadas se dá de forma mais clara e rápida. O acompanhamento destas áreas pode nos direcionar para aquelas porções prioritárias que seriam diluídas nas campanhas globais de pesquisa.

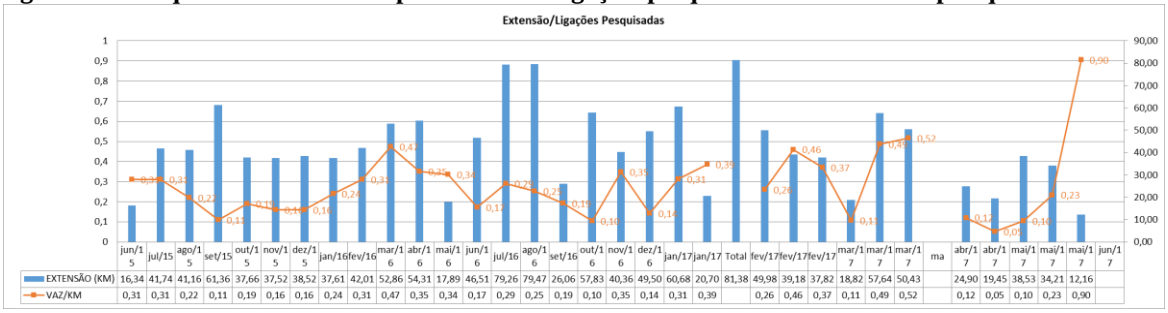
Além disso, a determinação da taxa de surgimento de vazamentos e de fundamental importância para os planejamentos e dimensionamentos dos períodos de pesquisa de cada setor. Cabe lembrar que as características como a topografia elevada, que pode causar áreas com altas pressões, e instalações de bombas de recalque (booster), associados à má qualidade dos materiais empregados nas ligações e a idade da rede potencializam seu surgimento em períodos cada vez menores, que, se não equacionados de maneira rápida, elevam significativamente os indicadores de perdas nos mesmo.

Os estudos devem se basear no histórico de vazamentos locados por pesquisa acústica, em um período de tempo e em determinados setores de abastecimento, acompanhados pelas seguintes informações:

a) Quantidade de redes pesquisadas;
b) Quantidade de vazamentos pesquisados;
c) Quantidade de reparos executados;
d) Quantidade de vazamentos relocados após pesquisa

A Figura 04, apresenta os dados de extensão e vazamentos locados pela pesquisa acústica de vazamentos.

Figura 04 – Pesquisa de vazamentos por extensão e ligações pesquisadas e vazamentos por quilómetros



	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16	jan/17	jan/17	Total	fev/17	fev/17	fev/17	mar/17	mar/17	mar/17	ma	abr/17	abr/17	mai/17	mai/17	mai/17	jun/17
EXTENSÃO (KM)	16,34	41,74	41,16	61,36	37,66	37,52	38,52	37,61	42,01	52,86	54,31	17,89	46,51	79,26	79,47	26,06	57,83	40,36	49,50	60,68	20,70	81,38	49,98	39,18	37,82	18,82	57,64	50,43		24,90	19,45	38,53	34,21	12,16	
VAZ/KM	0,31	0,31	0,22	0,11	0,19	0,16	0,16	0,24	0,31	0,47	0,35	0,34	0,17	0,29	0,25	0,19	0,10	0,35	0,14	0,31	0,39		0,26	0,46	0,37	0,11	0,49	0,52		0,12	0,05	0,10	0,23	0,90	

Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

Portanto, o parâmetro que deve ser determinado nas ações de combate a perdas através das pesquisas acústicas de vazamentos e a recorrência de vazamentos ou taxa natural de surgimento de vazamentos.

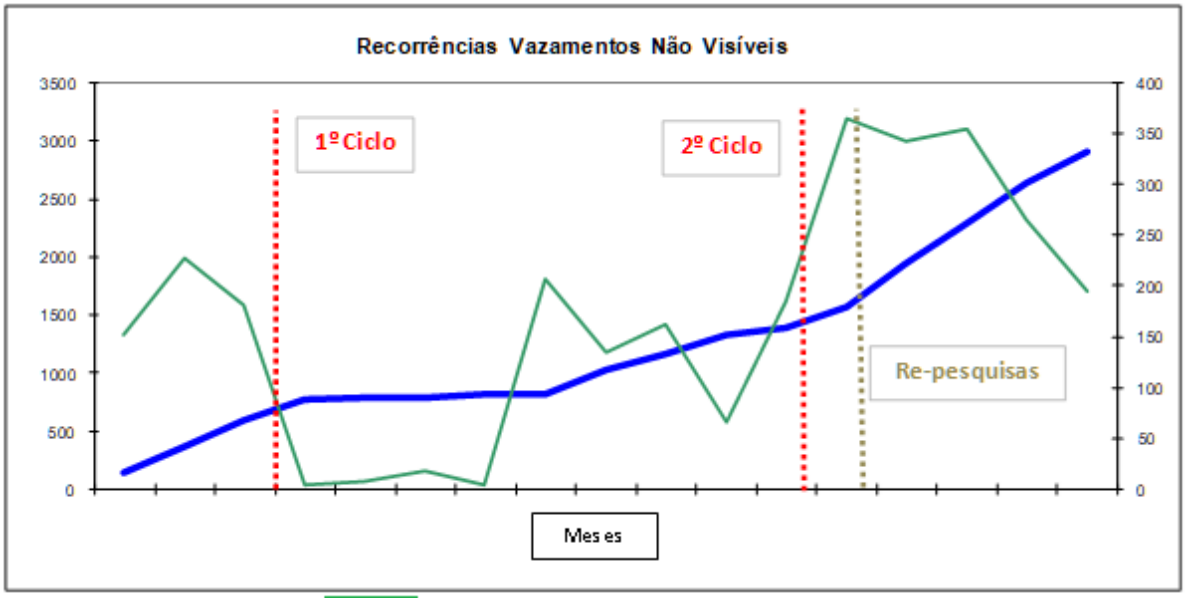
Se nenhuma medida corretiva ou preventiva de combate aos vazamentos for tomada, há a tendência de uma taxa natural de surgimento de vazamentos decorrentes de diversos fatores como a qualidade do material, variações de pressão, recalques de solo entre outras. A taxa natural de surgimento de vazamentos representa, então, um valor médio desse crescimento ao longo do tempo, variando em função das características próprias de cada trecho da rede como mencionado.

Para tanto, um efetivo planejamento e dimensionamento do período de pesquisas foi desenvolvido através da determinação desta taxa. O não conhecimento deste crescimento pode gerar um controle passivo das redes de distribuição, na medida em que a cada manutenção realizada, decorre do surgimento de uma nova ocorrência. Desta um controle ativo é aquele em que as pesquisas de vazamentos superem esta taxa de forma a praticarmos manutenções preventivas.

A Figura 05, apresenta dos resultados encontrados nas pesquisas realizadas no setor, onde foram agrupados os vazamentos locados por “re-pesquisa”, das ruas e com a tabulação de seus novos vazamentos localizados.

E importante salientar que foram excluídos os vazamentos locados anteriormente e o intervalo entre as pesquisas não foi uniforme sobre todos os setores.

Figura 05 – Gráfico de Recorrência de Vazamentos



Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

CONCLUSÃO

Portanto, um indicador de desempenho é uma medida quantitativa de um aspecto particular da performance da entidade gestora ou do seu nível de serviço. É um instrumento de apoio à monitorização da eficiência e da eficácia, simplificando uma avaliação, que de outro modo seria mais complexa e subjetiva.

Os indicadores são cruzamentos de duas ou mais informações primárias ou variáveis que auxiliam o processo de análise de sistemas de abastecimento de água. Esses permitem gerenciar a evolução dos volumes perdidos, redirecionar ações de controle e comparar sistemas de abastecimento de água distintos. Os dados trabalhados estão relacionados diretamente aos indicadores de perdas.

O cálculo do volume perdido por vazamento será em função do tempo de conhecimento, associado à pressão média do local. Por se tratar de um cálculo estimado, há muitos erros inseridos nestes volumes e, portanto, a determinação da Recorrência de Vazamentos e a mudança de Gestão de Perdas Reais, podem e devem agilizar e otimizar os custos e gestão de vazamentos.

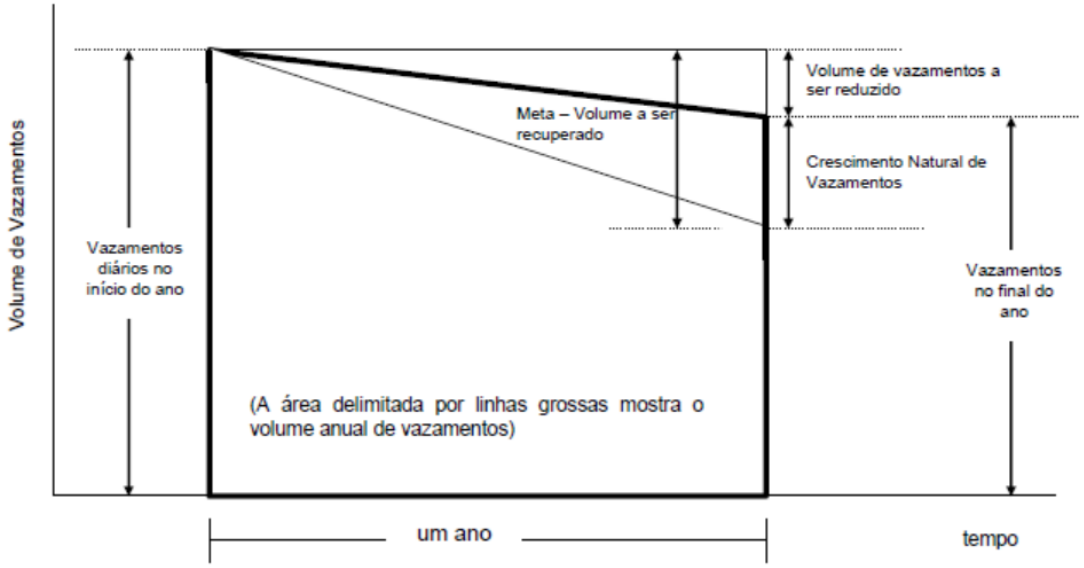
A definição das metas a serem perseguidas no combate aos vazamentos deve ser conduzida com bastante critério. Metas demasiadamente ambiciosas, incompatíveis com a efetiva realidade da companhia, podem frustrar expectativas e desestimular as equipes responsáveis; por sua vez, metas pouco ambiciosas significam postergação de recursos, que poderiam ser equacionados com antecedência.

Alguns procedimentos básicos devem ser obedecidos para a definição ponderada de metas em uma empresa pública ou privada de saneamento, que elenquei para pesquisa:

- Definição de horizontes de planejamento onde serão colocadas as metas de curto prazo (1 a 2 anos), médio prazo (3 a 5 anos) e longo prazo (5 a 10 anos); (há pesquisar;
- Conhecimento da situação atual de perdas físicas da companhia, suas causas, distribuição e quantitativos (volumes);
- Conhecimento das técnicas e metodologias para atuar no combate às perdas;
- Compatibilização entre recursos previstos (humanos e financeiros) e objetivos futuros quanto aos índices de perdas;
- Determinação do nível aceitável de vazamentos; e
- Definição das metas (índices de perdas, volumes a serem recuperados).

A Figura 06 demostra, de forma esquemática, uma composição dos volumes previstos a serem recuperados, levando-se em conta a Taxa Natural de Ocorrência de Vazamentos e que deve ser melhor explorado pelas empresas de saneamento.

Figura 06 – Volumes Recuperáveis por Vazamentos



Fonte: Lambert (2002).

Definir o nível econômico de vazamento é a questão mais importante na gestão de perdas de água e combate a vazamentos. Ao determinar esse nível, foi enfatizado que fazer uma avaliação regional e levar em consideração a condição atual da rede, condições econômicas, custos locais, benefícios, parâmetros de engenharia e outros fatores, em vez de suposições universais, fornecerá uma abordagem mais realista.
Como resultado, dos exames e avaliações realizadas detalhadamente nas partes anteriores do trabalho, existem métodos com características e custos diferentes no gerenciamento de perdas de água, a importância da análise econômica na decisão estes métodos, escolhendo o método adequado e aplicável de acordo com as condições atuais do sistema e definindo o nível de vazamento econômico. Ainda há muito o que se pesquisar, pois a análise econômica dos efeitos econômicos dos componentes de perda de água, definindo os padrões detalhados de benefício e custo para os métodos a serem aplicados para a prevenção dos componentes, a determinação do nível ótimo de vazamento e otimização e o uso de modelos baseados em matemática trará importantes contribuições na determinação do nível de vazamento econômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. J THORNTON, A LAMBERT - Proceedings of IWA Special Conference,2005 - miya-water.com.

2. H KHEIRKHAH GILDEH, I NISTOR - Journal of Hydraulic 2021 - ascelibrary.org.

3. COSTA, R. F. Gestão de Controle de Perdas e a Busca da Eficiência Operacional. Revista Hydro, 2022.

4. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público. NBR 12218/1994 1a ed. São Paulo, 1994.

5. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Ensaios não Destrutivos – Estanqueidade para Saneamento Básico – Procedimento para Tubulações Pressurizadas. NBR 15183/2010 1a ed. São Paulo, 2010.

6. ALEGRE, H. et al. Performance Indicator for Water Supply Services - 3ª Ed. U.K: IWA Publishing., 2006

7. ARIKAWA, K. C. O. Perdas reais em sistemas de distribuição de água – proposta de metodologia para avaliação de perdas reais e definição das ações de controle - São Paulo, 200 p. Dissertação (Mestrado em Obras Hidráulicas) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

8. B&B Engenharia – Relatório de Perfomance da Região Bragantina – Medição 05. B&B Engenharia, São Paulo, 2010.

9. CANDESSUS, MICHAEL, et. Al. Água: Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2005.

10. COSTA, R. F. Análise de Varreduras no Setor de Abastecimento Suzano, São Paulo – SP, 2006.

11. COSTA, R. F. Balanço Hídrico em Gestão de Controle de Perdas, FENASAN – Feira Nacional do Saneamento, São Paulo – SP, 2008.

12. COSTA, R. F. Análise de Infraestrutura em Redes de Abastecimento - Gestão de Combate as Perdas Reais, 25º Congresso Nacional de Engenharia Sanitária e Ambiental, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, ABES, Recife – Pernambuco, 2009.