

CÁLCULO DE RECORRÊNCIA DE VAZAMENTOS – COMO APERFEIÇOAR AS PESQUISA DE VAZAMENTOS

Robson Fontes da Costa⁽¹⁾

Tecnólogo em Obras Hidráulicas pela FATEC/SP, Engenheiro Civil (UNICSUL), 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), Mestre em Tecnologias Ambientais pelo Centro Paula Souza (CPS/SP) e atual Coordenador dos Cursos de Engenharia pela Universidade Estácio de Sá.

Endereço⁽¹⁾: Avenida dos Remédios, 810 – Vila Santa Edwiges, São Paulo - SP - CEP: 05107-002 - Brasil - Tel: +55 (11) 944907570 - e-mail: robson.costa@estacio.br.

RESUMO

As perdas reais são constituídas pelos vazamentos que ocorrem nas redes de distribuição, além de extravasamentos de reservatórios.

Para um efetivo combate a essas perdas é necessária à subdivisão dos setores de abastecimento em subsetores denominados área de controle.

Além disso, é necessário o conhecimento das recorrências de vazamentos por setor ou área de controle, suas causas e medidas preventivas.

Este trabalho apresenta os resultados da aplicação desta metodologia em um Setor de Abastecimento.

PALAVRAS-CHAVE:

Perdas Reais, Áreas de Controle, Recorrências de Vazamentos.

INTRODUÇÃO

A utilização da água para diversos fins relacionados às atividades humanas, tais como abastecimento, recreação, geração de energia elétrica, irrigação, navegação e diluição de esgotos, a transforma em um recurso que tem um valor econômico, e como tal exige que o seu manejo seja o mais racional possível. Esta consideração torna-se mais contundente em regiões onde a disponibilidade de água não supera a demanda que dela se faz para o atendimento a todos aqueles possíveis usos.

Ao dimensionarmos um sistema de abastecimento devemos levar em conta parâmetros estatísticos e medições para o desenvolvimento de um projeto que atenda a demanda atual e futura, como por exemplo:

- Crescimento populacional;
- Disponibilidade hídrica;
- Topografia;
- Índice de Perdas

O índice de perdas é um valor adotado pelo projetista, variando de em até 40% do volume disponibilizado, e que pode alterar significativamente os custos e mesmo as dimensões de reservatórios e redes primárias de distribuição.

Em um sistema de abastecimento de água, a ocorrência de vazamentos nas tubulações representa uma das maiores fontes destas perdas.

É senso comum associar os vazamentos nas tubulações à ideia de perda, desperdício, ineficiência e outros qualitativos que denotam má gestão do sistema. 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 perda de pressão da rede, pela possibilidade de acesso de agentes nocivos ao interior da tubulação.

- Danos ao patrimônio público ou privado, pela degradação do sistema viário e comprometimento das edificações devido a infiltrações de água.

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.

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.

Ações como a detecção de vazamentos por método acústico, instalações de válvulas redutoras de pressão (VRP), setorização implicam diretamente na diminuição destes volumes e são técnicas já aplicadas nos sistemas de abastecimento.

O grande desafio, portanto, é a aplicação das mesmas otimizando as ações e potencializando os resultados. Para isso, uma efetiva gestão de detalhamento e conhecimento dos setores de abastecimento se faz necessário.

Pulverizar ações por todo o setor não resultam em muitas vezes as metas desejadas, visto que em setores com mais de 60 km de rede a pesquisa de vazamento pode sofrer pela recorrência de vazamentos, ou seja, a taxa de surgimento de vazamentos ser maior que o número de vazamentos locados por ciclo de varredura.

Além disso, setores muito grandes podem demorar meses para que os resultados destas ações possam surtir efeitos, como a diminuição da vazão diária ou mesmo da sua vazão mínima noturna. Para isso, as divisões dos setores em subsetores ou áreas de controle, facilitam não somente o direcionamento das ações bem como o acompanhamento dos resultados.

ÁREAS DE CONTROLE

Podemos definir áreas de controle como porções de rede de abastecimento limitadas por válvulas de bloqueio determinadas, isolando seu funcionamento, tendo a sua alimentação principal por um ou mais linhas de abastecimento.

Outra determinação para área de controle seja a subdivisão do setor de abastecimento em menores áreas como exemplos plantas cadastrais ou quadrículas. Nestes casos o setor não é limitado por válvulas limítrofes, mas por parâmetros gráficos das redes assentadas.

Cada setor de abastecimento, portanto é definido pela área de abrangência de seus reservatórios divididos em uma setorização clássica em zonas altas ou baixas, feitas pela limitação das pressões estáticas máximas e mínimas. Em alguns casos se fazem necessário à instalação de válvulas redutoras de pressão (VRP) para a diminuição destas pressões, ou mesmo bombas de recalque (booster) para aumento da pressão em áreas com topografias elevadas.

Cada uma destas áreas, portanto, podem ser definidas como áreas de controle, limitas e com redes de alimentação bem definidas. O acompanhamento das variações das vazões, associadas a parâmetros como pressão ou quantidade de vazamentos por quilômetros (Vaz/km) visíveis e não visíveis às classificam para a determinação de onde iniciaremos as ações de combate as perdas reais.

RECORRÊNCIAS DE VAZAMENTOS

Outro 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 deve ser 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 01 abaixo representa esta situação:

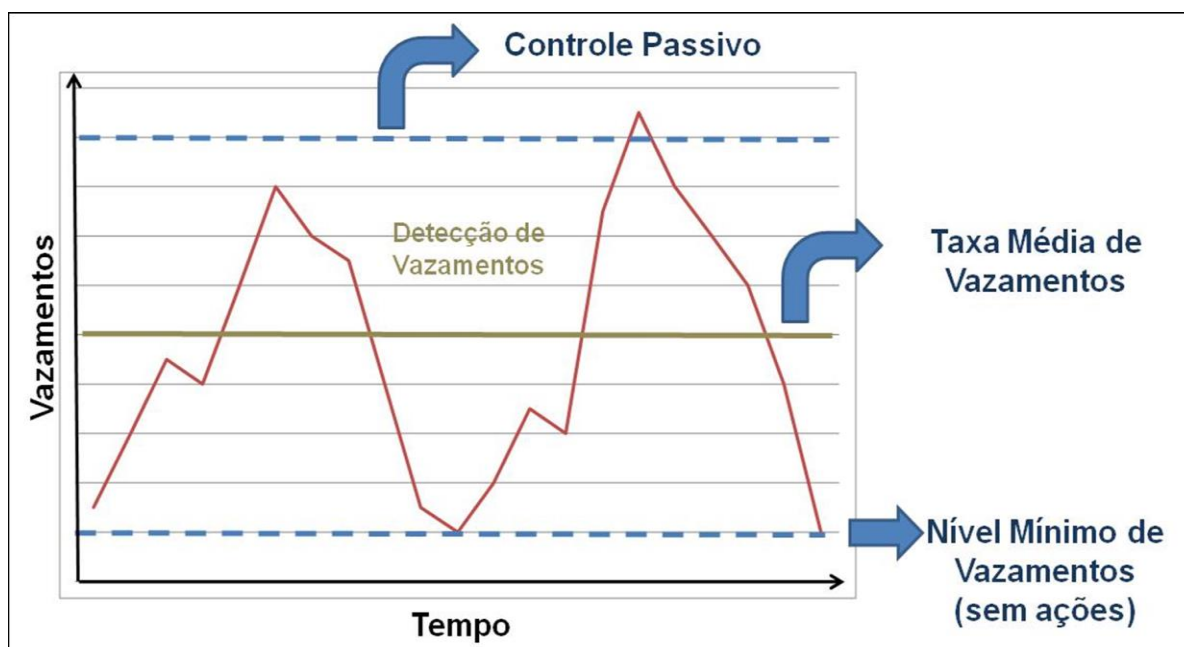


Figura 01 – Taxa de surgimento de vazamentos (Fonte: Autor)

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o acompanhamento e direcionamento das ações de pesquisa de vazamentos no setor de abastecimento, utilizamos os seguintes critérios:

- Divisão do setor de abastecimento por quadrícula;
- Acompanhamento das pesquisas por quadricula;
- Levantamento de dados de pressão e ocorrências por quadrícula;
- Elaboração de mapa de pressão;
- Levantamento histórico das pesquisas de vazamentos por método acústico de fevereiro/07 a fevereiro/08

PLANTAS OU QUADRÍCULAS

Por se tratar de um grande setor de abastecimento com aproximadamente, 455 km de rede e possuir apenas macromedição na entrada do seu reservatório, adotou-se para o acompanhamento e direcionamento das ações de pesquisa de vazamentos não visíveis à divisão do setor por quadrículas. Estas quadriculas, são a representação gráfica das redes fornecidas através do geo-referenciamento de suas redes de abastecimento fornecido pelo sistema SIGNOS da Sabesp, conforme a figura 02 abaixo.

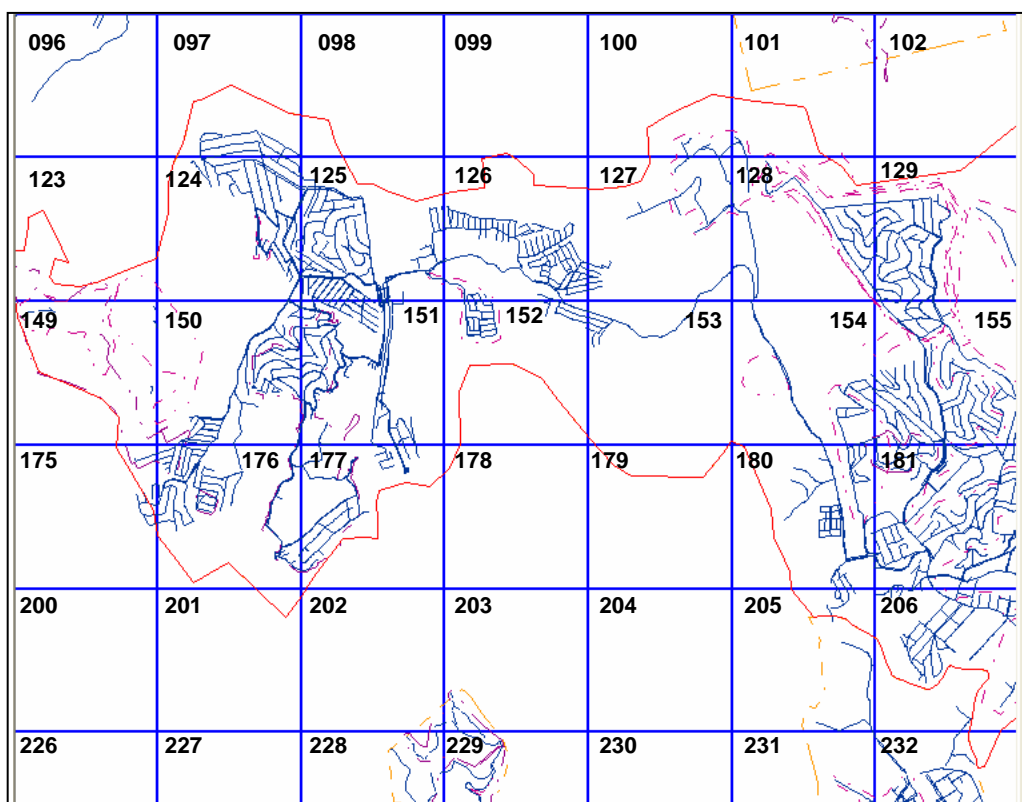


Figura 02 – Exemplo de Planta Cadastral dividida em Quadrícula (Fonte: do Autor)

Após a divisão do setor verificou-se, através dos históricos de apontamentos de pesquisas anteriores a quantidade de vazamentos por quilometro (vaz/km), por quadrícula, o que determinou a prioridade de geofonamento.

O acompanhamento diário destes apontamentos facilitou não somente este direcionamento, bem como a confecção de mapas temáticos como os das pressões dinâmicas medidas durante a campanha de pesquisas. A figura 03 representa um destes mapas com o destaque para as quadriculas que apresentaram maior concentração de vazamentos não visíveis apontados e confirmados na execução.

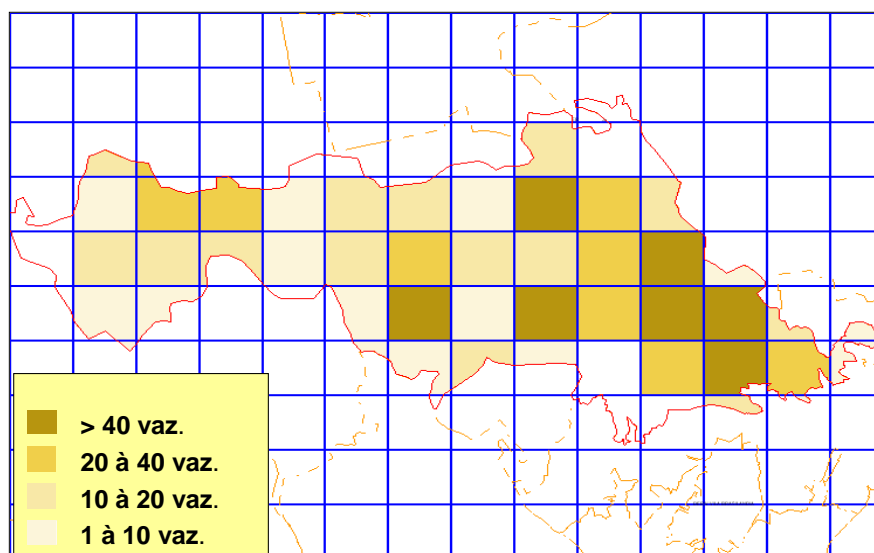


Figura 03 – Mapa Temático de Vazamentos Não Visíveis Executados no Setor (Fonte: do Autor)

Porém, as análises destes mapas devem levar em conta o fato da quilometragem de rede de cada quadricula associada à densidade de ligações, ou seja, uma quadricula com uma concentração de vazamentos muito elevada não significa que seja prioritária em comparação com outra de menor quilometragem, visto que a quantidade de vazamentos por quilometro desta segunda será maior que a da primeira. Com isso podemos então associados a estas informações classificar por Parretto, as quadriculas prioritárias. A figura 04 representa um destes gráficos, no qual podemos notar que apesar de algumas quadriculas possuírem uma maior quantidade de vazamentos não foi classificado com maior relevância.

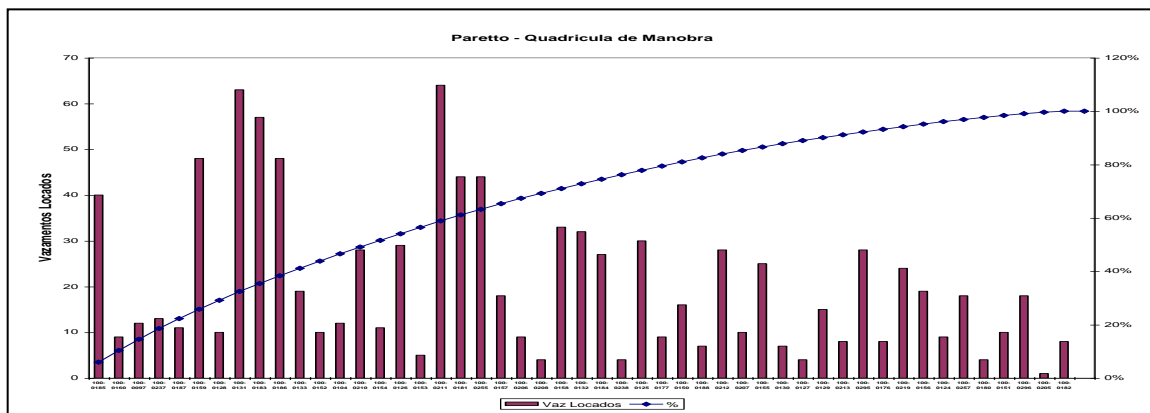


Figura 04 – Gráfico de Parretto por Quadricula no Setor (Fonte: do Autor)

METODOLOGIA - ESTUDO DE RECORRÊNCIAS DE VAZAMENTOS POR SETOR

Para a determinação do estudo de recorrências no setor, buscou-se o histórico de varredura realizado no período, conforme a tabela 01.

Tabela 01 – Primeiro Ciclo de Pesquisa

Período	Km Pesquisada	Ramal	Ferrule	Rede	Total
Mês 01	48,71	113	33	6	152
Mês 02	92,30	161	56	10	227
Mês 03	55,77	116	50	16	182
Total	196,78	390	139	32	561
Vaz/km	2,85				

O segundo ciclo ocorreu cinco meses depois do primeiro ciclo e suas ações já foram direcionadas as quadriculas já classificadas anteriormente pelo gráfico de Parretto. A tabela 02 demonstra os resultados deste segundo ciclo de pesquisas.

Tabela 02 – Segundo Ciclo de Pesquisa

Período	Km Pesquisada	Ramal	Ferrule	Rede	Total
Mês 04	84,95	55	69	-	124
Mês 05	89,90	93	63	7	163
Mês 06	40,57	20	13	-	33
Total	215,42	168	145	7	320
Vaz/km	1,5				

Pode-se perceber uma diminuição da quantidade de vazamentos apontados entre a primeira e a segunda varredura, mesmo tendo sido pesquisado 9% a mais em extensão de rede.

O gráfico da figura 05 demonstra estas diferenças.

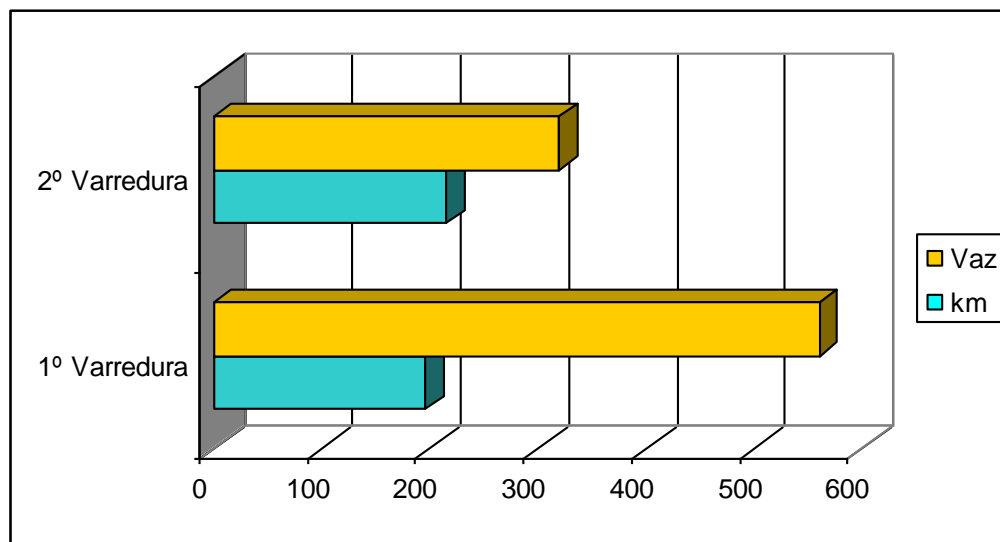


Figura 05 – Ciclos de Pesquisas no Setor (Fonte: do Autor)

Para um efetivo acompanhamento das recorrências de vazamentos, ao final do segundo ciclo diminuimos o período de retorno realizando re-pesquisas nas áreas, com intervalos de apenas um mês entre as mesmas. Repetimos o processo em uma segunda re-pesquisa, direcionando para as áreas prioritárias. As tabelas 03 e 04 demonstram respectivamente os resultados apontados.

Tabela 03 – Primeiro Ciclo de Re-Pesquisa

Período	Km Pesquisada	Ramal	Ferrule	Rede	Total
Mês 07	118,80	87	92	5	184
Mês 08	143,40	106	53	8	167
Total	262,20	193	145	13	351
Vaz/km	1,4				

Tabela 04 – Segundo Ciclo de Re-Pesquisa

Período	Km Pesquisada	Ramal	Ferrule	Rede	Total
Mês 10	153,23	182	-	2	184
Total	153,23	182	-	2	184
Vaz/km	1,2				

Dentre os vazamentos apontados na segunda varredura e na primeira re-varredura, observou-se que os apontamentos na segunda não eram coincidentes, ou seja, eram novas ocorrências em muitos dos casos nos ramais vizinhos ao segundo ciclo de pesquisa. O mesmo fato ocorreu na segunda re-pesquisa.

Foram verificados através de planilhas dos vazamentos apontados todos os casos coincidentes em torno de apenas 15% de todos os novos apontamentos. Isto significa que os 85% dos vazamentos apontados entre as pesquisas tratavam-se realmente de novas ocorrências.

Apesar de termos re-pesquisado apenas 58,4% das redes no segundo ciclo de re-pesquisa, priorizamos as áreas com maior incidência de vazamentos. O gráfico da figura 06 representa estas pesquisas e demonstram a

proporcionalidade entre a quantidade de quilometragem varrida e os vazamentos apontados que deferi em apenas 0,2 no indicador de vaz/km.

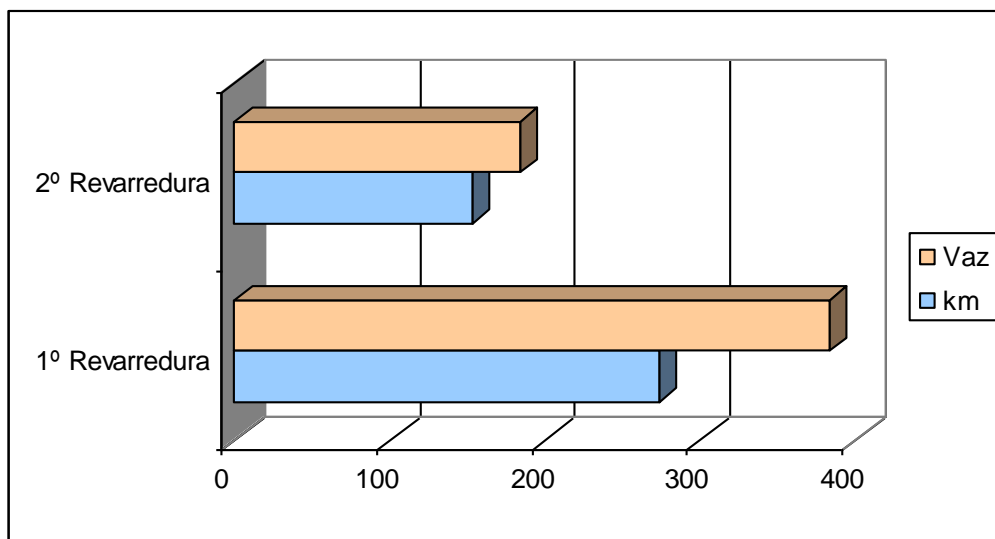


Figura 06 – Ciclo de Re-Pesquisas no Setor (Fonte: do Autor)

Podemos verificar que houve uma significativa diminuição do indicador de vaz/km no intervalo dos cinco meses entre o primeiro ciclo de pesquisa e o segundo, com uma diminuição de 1,34 vaz/km. Porém, ao diminuirmos ainda mais estes ciclos encontramos uma média neste indicador de 1,4 vaz/km, mesmo executando varreduras com intervalos de uma semana entre as quadriculas priorizadas. Este fato se deve, portanto ao que chamamos de taxa de recorrência de vazamentos, ou seja, e a taxa natural de surgimentos de novas ocorrências.

O gráfico da figura 07 representa o indicador apontado nas diversas pesquisas realizadas.

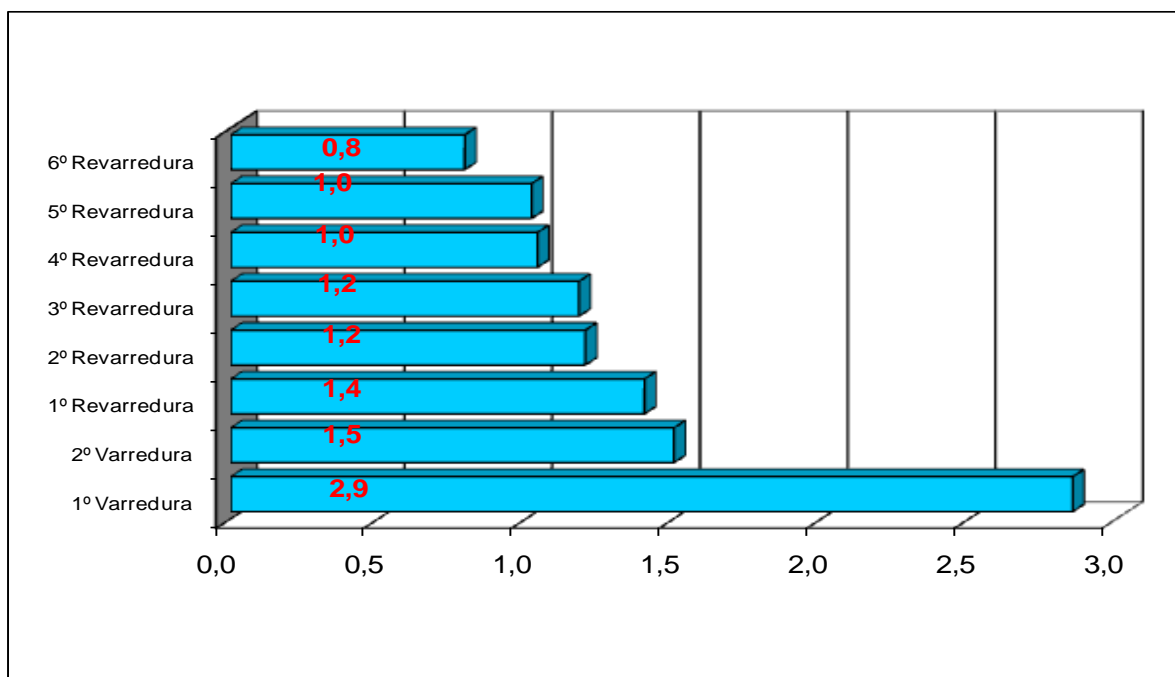


Figura 07 – Vazamentos por quilometro entre os Ciclos de Pesquisas no Setor. (Fonte: do Autor)

Assim podemos demonstrar de forma gráfica a taxa de recorrência de vazamentos para o Setor. Isto é possível se assumirmos que cada apontamento conhecido não tivesse sido executado e acumulado aos vazamentos localdos do próximo mês.

O gráfico da figura 08 representa a taxa de recorrência de vazamentos no Setor durante os diversos ciclos de pesquisa e re-pesquisa.

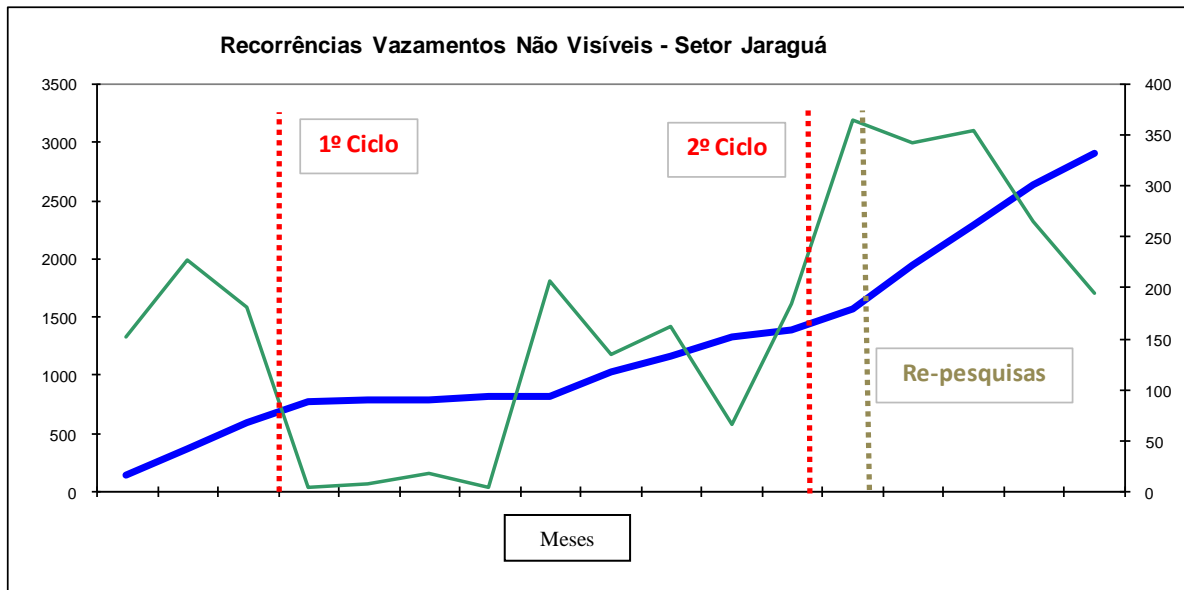


Figura 08 – Gráfico de Recorrência de Vazamentos no Setor. (Fonte: do Autor)

O gráfico abaixo representa a diminuição destas taxas, ao alinharmos seu coeficiente angular da reta para as mudanças de patamares, ou seja, demonstramos a diminuição da taxa de surgimento dos vazamentos.

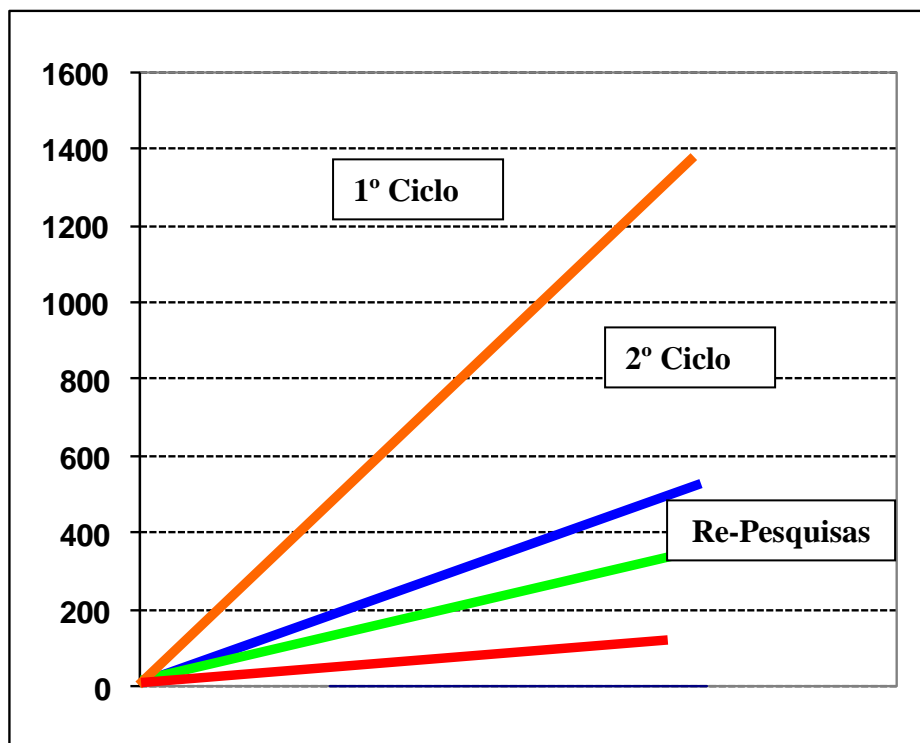


Figura 09 – Gráfico de Recorrência de Vazamentos no Setor. (Fonte: do Autor)

CONCLUSÕES

Podemos então concluir 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.

No estudo de caso apresentado podemos considerar os seguintes aspectos:

- Taxa mínima de vazamentos por quilometro por re-pesquisa = 1,4 vaz/km
- Extensão do setor = 455 km
- Surgimento de vazamentos/mês = $1,4 \times 455 = 637$ **vaz/km/mês**
- Surgimento de vazamentos/ano = $637 \times 12 = 7644$ **vaz/km/ano**

Se considerarmos que cada vazamento visível foi em seu surgimento um vazamento não visível podemos 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 a diferença entre as pesquisas não aponte a diminuição do mesmo.

Desta forma ainda podemos concluir que:

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

Se multiplicarmos esta frequência de pesquisa, por ano, chegaremos a uma taxa média de surgimento de vazamentos. Se a capacidade de pesquisa for de duas campanhas no ano, então teremos o tempo médio para o conhecimento dos vazamentos no setor.

- $0,542 \times 365$ dias = 197 dias (aproximadamente, duas vezes por ano).
- $197 / 2 = 98$ 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 ano no Setor, que foi de 7505 ocorrências, validando o modelo proposto.

Portanto para que possamos efetuar um controle ativo de vazamentos, precisaríamos aumentar ainda mais o período de pesquisa entre os ciclos. Porém, devemos 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

Devemos verificar com a utilização do registro de falhas, ou visitas aos locais com maior recorrência de vazamentos, analisarmos as causas dos mesmos. Muitas novas ocorrências se dão pelo fato do aumento da pressão após o conserto da fuga. O gráfico da figura 09 representa o aumento desta pressão em uma das quadriculas priorizadas.

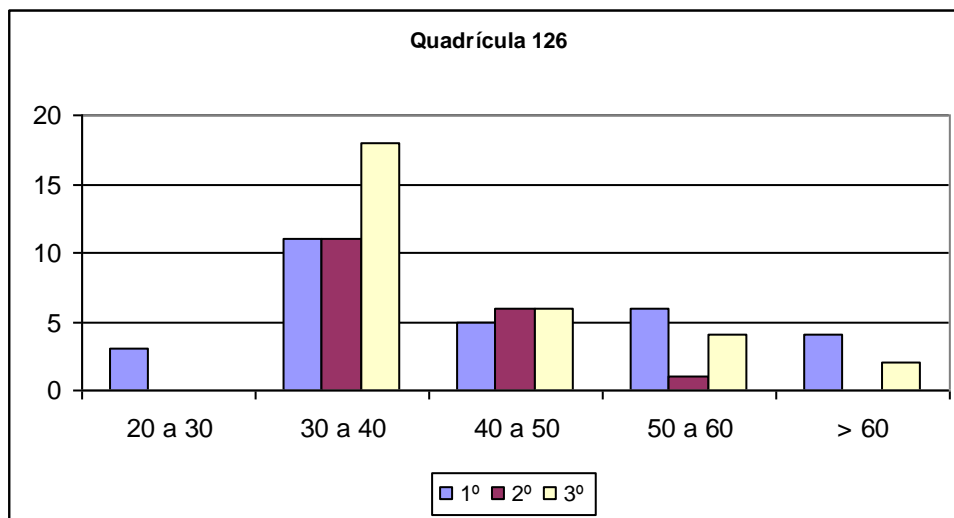


Figura 10– Aumento da Pressão após Execução de Vazamentos (Fonte: do Autor)

Além desta análise podemos ainda verificar e classificar as ruas com maior incidência de ocorrências conforme a tabela 05 e a figura 10 abaixo. Esta classificação é útil na escolha e verificação das ações corretivas aplicadas a cada sub-setor.

Tabela 05 – Ocorrências por Rua

Ocorrências	Ruas	%
1	200	50,25
2	89	22,36
3	40	10,05
4	24	6,03
5	11	2,76
6	7	1,76
7	7	1,76
8	7	1,76
9	4	1,01
10	1	0,25
11	3	0,75
12	1	0,25
13	1	0,25
14	2	0,50
15	1	0,25
Total	398	100

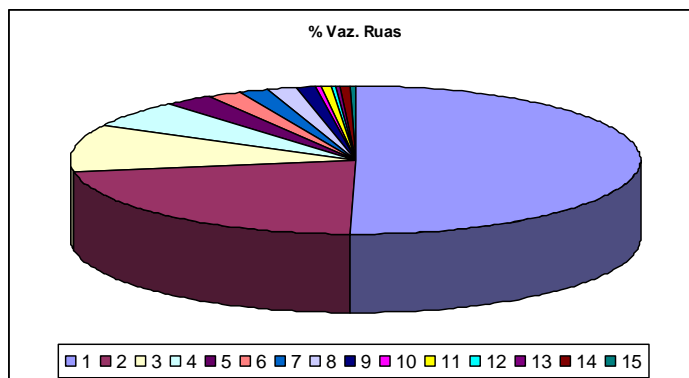


Figura 11 – Ocorrências por Rua (Fonte: do Autor)

Estas análises reforçam a necessidade de associarmos 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 infra-estrutura com trocas de ramais e maior agilidade no reparo podemos evitar situações com a da foto 01 abaixo. Podemos ver claramente pelas diversas marcas de reparos anteriores que a real necessidade do local é a troca de suas ligações.



Foto 01 – Exemplo de Recorrência de Vazamentos (Fonte: do Autor)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS – ABENDE. *Detecção de Vazamentos Não-Visíveis: Métodos Acústicos*. Apostila de Treinamento para Profissionais níveis 1, 2 e 3 (CETRE), São Paulo, 2001, 2002.