



I-147 – ANÁLISE DE INFRA-ESTRUTURA EM REDES DE ABASTECIMENTO GESTÃO DE COMBATE AS PERDAS DE ÁGUA

Robson Fontes da Costa⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL/SP), Tecnólogo em Obras Hidráulicas pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC/SP) e Especialista em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública de São Paulo (FSP/USP)

Endereço⁽¹⁾: Rua Conselheiro Saraiva,519 - SP - CEP: 02037-021 - Brasil - Tel: (11) 2971-4100 - e-mail: rfcosta@sabesp.com.br

RESUMO

O gerenciamento das perdas reais (volumes efetivamente perdidos nas redes de adução e distribuição, além de extravasamento de reservatórios) pode ser dividida em quatro macro-ações:

- Controle ativo de vazamentos (geofonamento);
- Agilidade e qualidade dos reparos (manutenção);
- Gerenciamento da pressão;
- **Gerenciamento da infra-estrutura.**

Este trabalho visa à apresentação de ferramentas que podem ser utilizadas para o Gerenciamento da infra-estrutura, através da análise do registro de falha, gráficos de idade de rede e mapas temáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Infra-estrutura, vazamentos em redes, vazamentos em ramais

INTRODUÇÃO

O combate das perdas de água tem se tornado um grande desafio às empresas de saneamento, sendo tema de discussões e estudos de qual a melhor forma de combatê-las e controlá-las, visto que esse é um importante indicador da eficiência operacional da mesma, além de parâmetro para a busca de investimentos externos, o que torna a sua diminuição uma meta importante em seus planejamentos.

As perdas podem ser divididas em dois grupos distintos:

- **Perdas Aparentes:** que é o volume consumido, porém não faturados, provenientes em sua maioria de problemas de micro medição (erros de cadastro, idade dos hidrômetros, problemas com os macro medidores), fraudes e ligações clandestinas.
- **Perdas Reais:** que são os volumes efetivamente perdidos, sejam eles por vazamentos nas redes de adução e distribuição ou pelo extravasamento dos reservatórios.

O maior volume perdido das perdas reais e provenientes de vazamentos nas redes de adução e distribuição e em seus ramais.

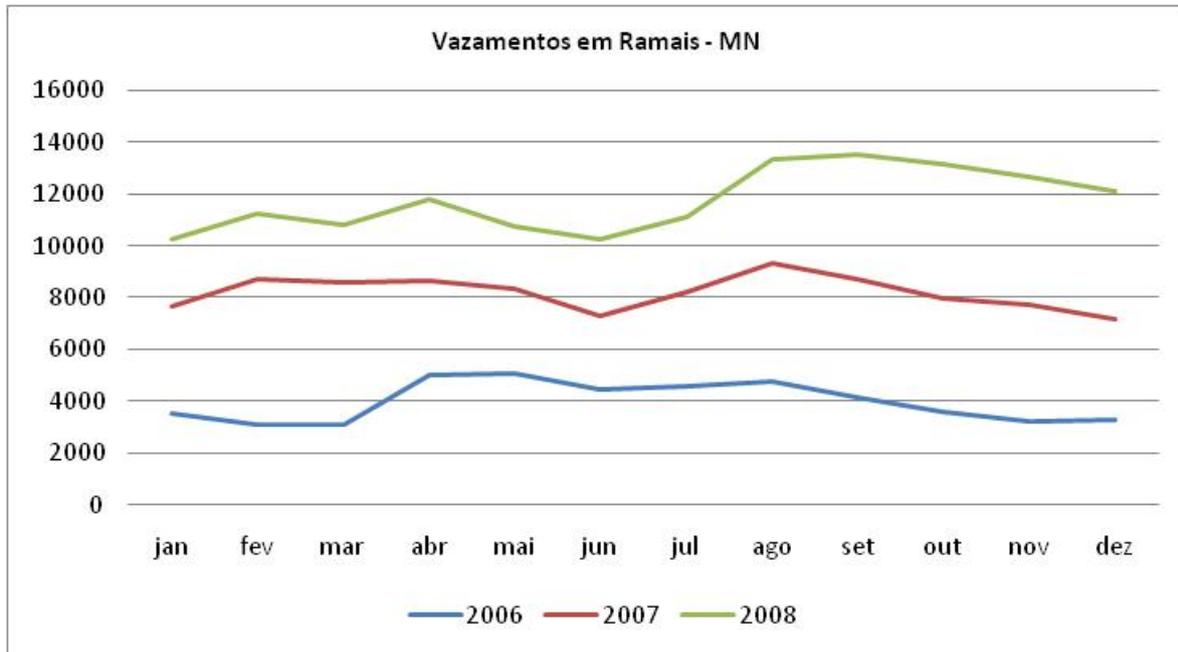


Figura 01-Acompanhamento de reparos MN – ramal. Fonte SIGAO/SABESP

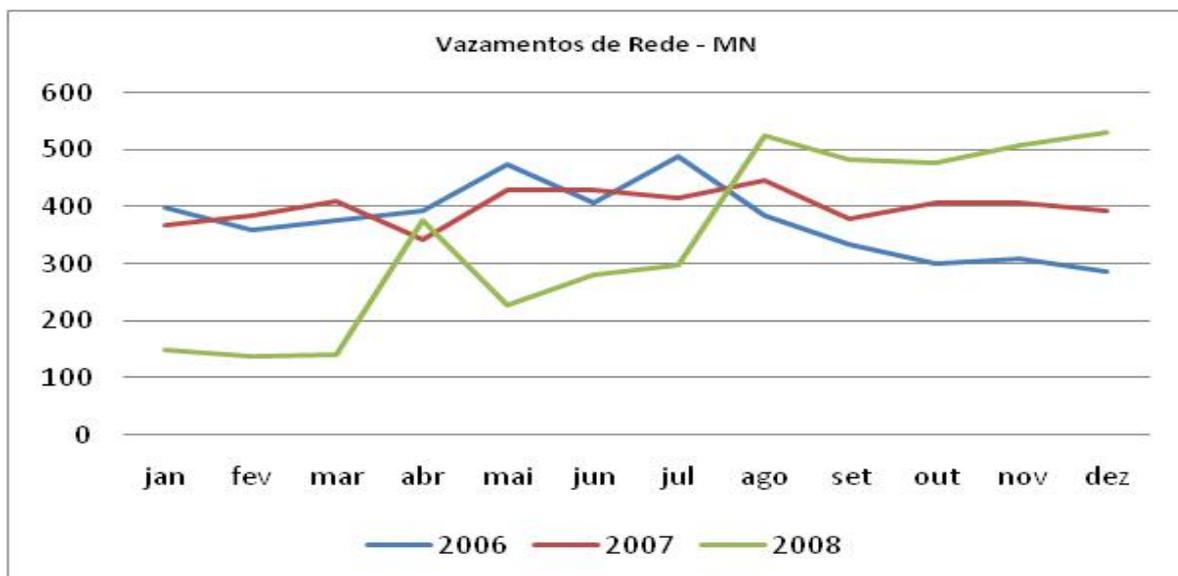


Figura 02-Acompanhamento de reparos MN – rede. Fonte SIGAO/SABESP

Podemos citar como sendo causas de vazamento:

Em adutoras e redes:

- Pressões elevadas de operação;
- Variações bruscas de pressão (intermitência, manobras);
- Transientes hidráulicos (decorrentes muitas vezes de manobras ou na execução de reparos);
- Má qualidade na execução da obra e no emprego de materiais ou componentes;
- Falhas na operação do sistema;
- Corrosividade do solo e do lençol freático;
- Mudanças no tipo de tráfego existente (provocando carga acidental ao tubo);
- Deficiências ou erros nos projetos.



Em ramais

- Pressões elevadas (acima de 5 kgf/cm² ou 50 mca);
- Variações bruscas de pressão;
- Má qualidade nos materiais e componentes empregados;
- Mão de obra despreparada e sem treinamento;
- Utilização de equipamentos inadequados (capa bode, biselamento com pedras);
- Falhas de operação e manutenção do sistema;
- Intervenção de terceiros (ligações clandestinas);
- Corrosividade do solo e lençol freático;
- Reaterro executados sem a troca de solo ou compactação eficiente.

Com isso devemos estar implementando ações que visem a diminuição destes fatores.

O gerenciamento das perdas reais pode ser dividido em quatro macro-ações, conforme figura abaixo:

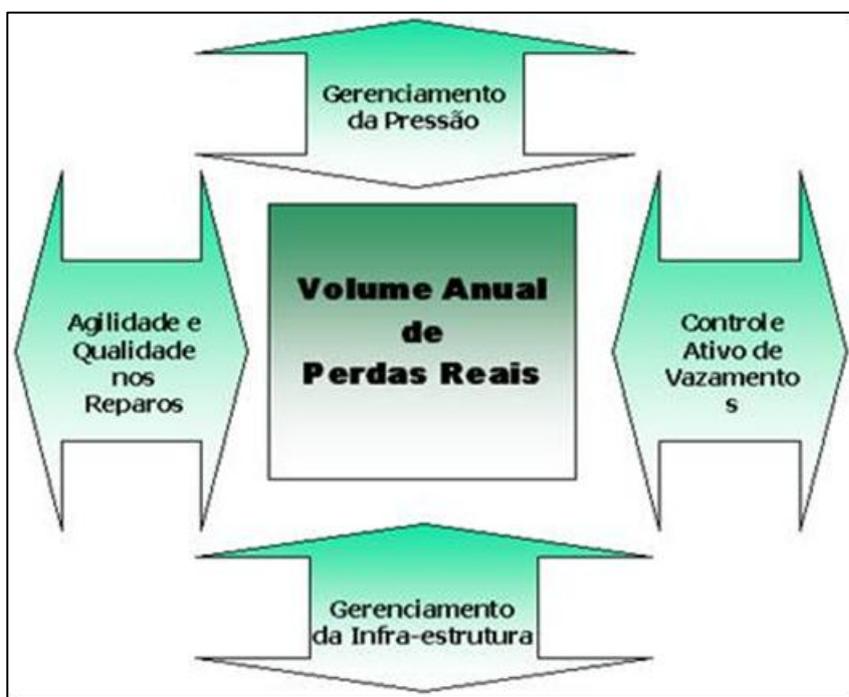


Figura03 – Cruz de Lambert- Avaliação de Perdas Reais. Fonte: Consultoria- SABESP-fev/2002

- Controle ativo de vazamentos (geofonamento);
- Agilidade e qualidade dos reparos (manutenção);
- Gerenciamento da pressão;
- Gerenciamento da infra-estrutura.

Estas ações devem ser desenvolvidas em conjunto de forma a proporcionar a diminuição do volume de perdas. Porém na maioria das vezes isso não ocorre.

As pesquisas de vazamento ocorrem, gerando uma demanda de serviços proveniente dos vazamentos não visíveis, que podem acarretar um sobrecarga nas equipes de manutenção, sendo necessário então um planejamento conjunto para a execução dos mesmos. É importante ressaltar que esta ação depende não só da velocidade de locação, mas da velocidade e produtividade de consertos realizados, para a efetiva diminuição do volume perdido.



Simultaneamente podemos estar atuando na diminuição da pressão de operação, seja pela implantação de válvulas redutoras de pressão (VRP) ou estudos de setorização.

A setorização por sua vez associada a uma política de recuperação de rede e trocas de ramais deve ser implantada.

GERENCIAMENTO DA INFRA-ESTRUTURA

Podemos conceituar o gerenciamento da infra-estrutura inicialmente, pelo conhecimento e análises dos seguintes tópicos:

- Condições atuais das redes e ramais;
- Idade média da rede
- Acompanhamento do número de reparos/mês
- Tempo médio de atendimento e reparo
- Fluxo de informações
- Normas existentes
- Estudos de setorização existentes
- Reclamações de água amarela

Estas informações servirão para nortear as ações e as tomadas de decisão na elaboração de planos de ações que visam à recuperação da malha existente e conseqüentemente a diminuição não só dos volumes perdidos, como a diminuição de reclamações dos clientes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Portanto o gerenciamento da infra-estrutura deve partir de algumas ações principais das quais podemos destacar:

Elaboração de mapas temáticos

Os mapas temáticos devem ser elaborados a partir de procedimentos de registro dos parâmetros operacionais necessários as suas confecções:

-*Pressão e Vazão*: as execuções dos reparos, manobras, coletas de análise devem ser registradas em formulários e encaminhadas a unidade responsável pela elaboração dos mapas. Desta forma podemos analisar visualmente a situação das pressões dinâmicas nas redes de distribuição. Medições de vazão ou leituras de volumes em hidrômetros também devem ser anotados e enviados da mesma forma.

- *Vazamentos reparados*: além disso, esses mapas devem conter os vazamentos reparados em um determinado período, de forma a visualizarmos a frequência da ocorrência dos mesmos, seja por cores diferenciadas ou quantidades por rua.

- *Limites*: este mapa deve conter também os limites de Zona de Pressão, VRP's e Booster, principalmente se estivermos analisando um setor de abastecimento.

-*Reclamações de água amarela*: devem ser lançadas as reclamações de água amarela atendidas.

A plotagem destes dados ajuda a visualizar não somente a concentração dos vazamentos, mas a análise e determinação dos bairros ou setores que devem ser priorizados em uma campanha de geofonamento. Além disso, a análise das reclamações de água amarela serve de subsídio para identificar eventuais problemas, desde que os mesmos sejam referenciados a idade da rede.

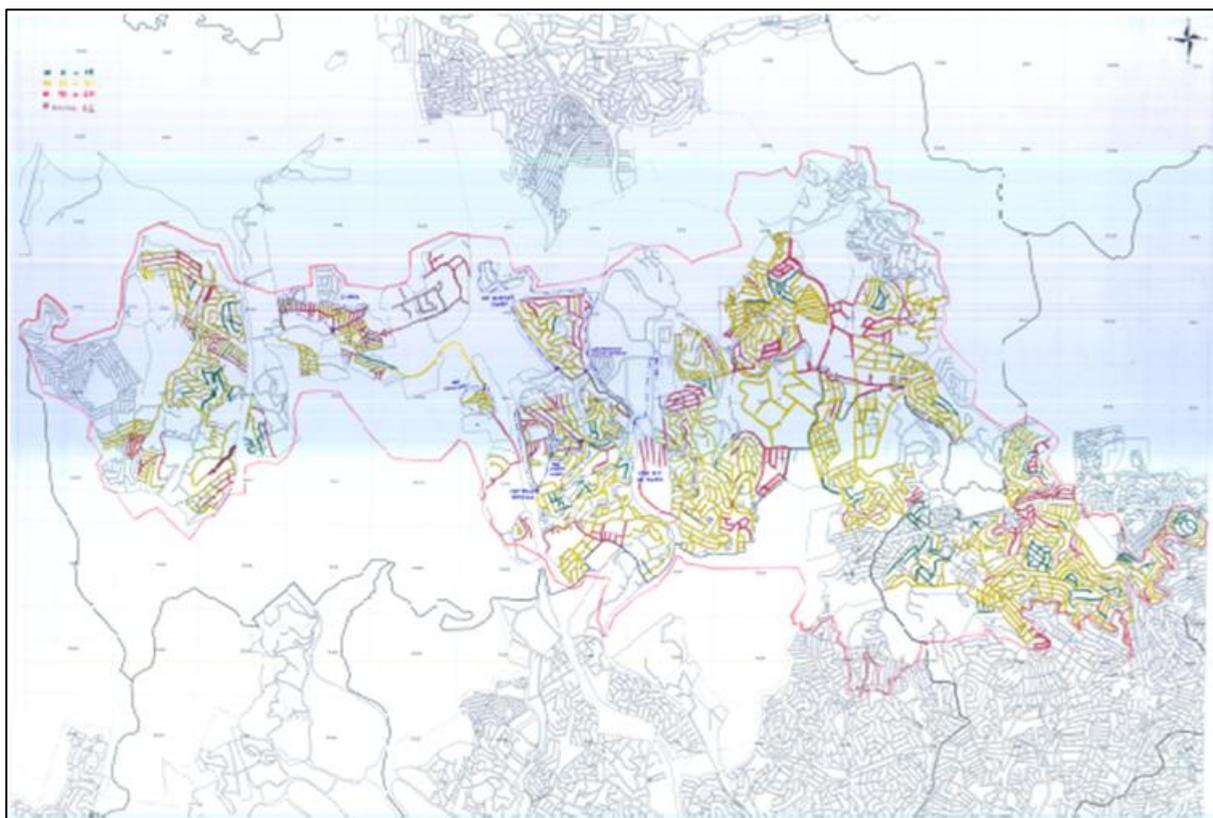


Figura04 – Mapa de Pressão Dinâmica – Setor Jaraguá, Fonte: Sabesp/MNEP

Idade de rede

O levantamento de idade da rede pode ser encontrado através dos históricos e arquivos dos setores de cadastro técnico.

A melhor maneira de visualização destas idades e a separação dos diâmetros por idade, através de um gráfico separado por faixa de idade (usualmente a cada dez anos). Podemos, além disso, estar utilizando mapas temáticos por cores e diâmetros.

Normalização

A normalização e treinamento da mão de obra e de suma importância no gerenciamento da infra-estrutura, visto que os resultados das ações empregados passam por esse fator.

Podemos classificar esta ação nos seguintes tópicos:

- *Especificação dos materiais*: os materiais a serem utilizados nos reparos e recuperação das redes e ligações devem ser inspecionados e aprovados de acordo com normas estabelecidas não somente pela empresa como mercado externo.

- *Procedimento de execução*: estes procedimentos devem ser estabelecidos de forma a minimizar as possíveis causas de vazamentos decorrentes da má qualidade na execução. A seqüência abaixo resume estes procedimentos

- Antes de escavar o pavimento, deve-se obter a permissão da instituição administradora do tráfego ou órgão competente, caso a via pública apresente grande fluxo de veículos.
- Se houver interferências significativas com redes ou instalações de outras companhias (gás, eletricidade, etc.) que possam representar risco para o operador ou para a população, deve ser requisitada a supervisão dos serviços por uma pessoa encarregada da companhia.



- As pessoas que moram próximas ao local onde o reparo será executado devem ser informadas dos serviços, para que os trabalhos transcorram com tranquilidade.
- Se os trabalhos causarem interrupção no abastecimento de água ou contaminarem a água com lama, os clientes devem ser comunicados. A área onde houver necessidade de interrupção do abastecimento de água, o tempo requerido para o reparo da rede deve ser o mínimo possível.
- Durante a escavação da vala, medidas de segurança devem ser adotadas, tais como, sinalização, escoramento (para profundidades superiores a 1,5 m) etc.; atenção especial também deve ser dada para que não se provoquem acidentes de trânsito e congestionamentos.
- A vala deve ser aberta até o descobrimento total da tubulação, para confirmação do vazamento e garantia de boas condições para o reparo.
- O vazamento deve ser reparado com materiais e métodos adequados e trabalhadores treinados para que não haja reincidência do vazamento no local.
- Deve-se atentar para o reaterro da vala aberta para a execução do reparo, de forma a não danificar o tubo e provocar o aparecimento de um novo vazamento no mesmo ponto.

- *Treinamento*: o treinamento da mão de obra tanto própria como terceirizada e de suma importância para a garantia que os procedimentos adotados sejam adotados. Os treinamentos influenciam diretamente nas equipes de manutenção, mostrando a importância das ações no combate dos volumes perdidos, recuperação de rede. Estes custos de treinamento podem ser recuperados com a diminuição das ocorrências de vazamentos e diminuição dos volumes perdidos.

- *Fiscalização*: a fiscalização e o acompanhamento dos trabalhos executados são importantes na forma que acompanham e corrigem as possíveis falhas de execução decorrentes das equipes de manutenção. Da mesma forma esta atividade agrega no acompanhamento de assentamento de redes ou substituições pois fica a cargo da fiscalização o acompanhamento e registro do cadastramento das mesmas.

Manutenção de válvulas, registros e hidrantes.

Devemos adotar uma política de manutenção dos registros instalados nas redes de distribuição, visto que os reparos executados muitas vezes necessitam da manobras dos mesmos. A má conservação destes acessórios causa sérios problemas as equipes de manutenção que dependem muitas vezes do fechamento de grandes áreas, ocasionando intermitências e reclamações dos clientes. Podemos ainda associar a manobra destes registros aos transientes hidráulicos no qual a rede pode ser submetida. Estes golpes provocam a fadiga e muitas vezes o surgimento de novos vazamentos. Uma solução que pode ser adotada é a instalação de microzonas de manobras, ou seja, a divisão dos setores em sub-setores diminuindo a área de influência dos registros. Com isso podemos estar diminuindo a quantidade de registros para manutenção. Os hidrantes por sua vez são pontos de acesso a rede, que podem sofrer a ação do furto de água ou contaminação.

Registros de falhas

O registro das ocorrências é vital no gerenciamento da infra-estrutura, visto que, os levantamentos dos mesmos são utilizados no diagnostico da realidade da rede e ligações existentes. O registro de falhas pode ainda subsidiar o cadastro na medida que podemos estar anotando a profundidade e posição da rede e ligações. Por ocasião do acompanhamento do reparo, deve ser dada ênfase aos seguintes pontos:



- Localização exata do vazamento:
 - Rede;
 - Ramal;
 - Ferrule;
 - Pé do Cavalete;
 - Uniões;
 - Adaptadores.

Possíveis causas de vazamento, tais como:

- Corrosão;
 - Trinca;
 - Amassamento.
- Estado geral da tubulação;
 - Confirmação de dados da planta cadastral, atentando para:
 - Localização da rede;
 - Localização do ramal;
 - Profundidade
 - Material;
 - Diâmetro da tubulação.
 - Qualidade de execução da obra.
 - Pressão da água na rede de distribuição, efetuando medições antes e após os reparos;

Estudos de setorização

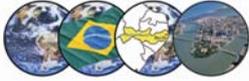
A setorização é uma ferramenta essencial na medida que os estudos procuram estabelecer através de modelagens matemáticas as condições hidráulicas de operação como também equalizar as pressões existentes. Porém, estes estudos demandam um alto investimento e mão de obra especializada o que elevam seus custos. A viabilidade econômica deve ser estabelecida de forma a contemplar os investimentos e o tempo de retorno, pois a setorização muitas vezes necessitam de obras de assentamento de extensões consideráveis de redes.

Programa de troca de ramais

As trocas de ramais devem ser aplicadas, visto que aproximadamente 90% dos vazamentos localizados estão nos ramais. A utilização de materiais de má qualidade associada à má execução e aterro proporciona vazamentos que geram um grande volume de água perdida. As substituições destes ramais podem ser realizadas não somente no momento da execução ou reparo, mas sim de uma forma preventiva, ou seja, com o cruzamento da idade das ligações e históricos de ocorrências (quantidades de reparos executados/ano), pressões médias e registros de falhas, como em setores controlados pelo fator de pesquisa (vazão mínima/vazão média).

Podemos ainda estabelecer pelo acompanhamento da quantidade de vazamentos reparados mensais ou anuais, o tamanho da amostra de forma que a mesma seja representativa para o local estudado.

Além disso, podemos ainda associar a técnica de utilização de haste de escuta, como indicador de ramais com ruídos, potenciando ainda mais as trocas. Este procedimento não significa localização de vazamentos, mas sim



pontos com ruídos os quais podemos realizar a troca de forma mais eficiente, além de termos uma produtividade dia por equipe bem maior.

Teoria da amostragem

A amostragem estuda as relações existentes entre uma população e as amostras dela extraídas. É útil para a avaliação de grandezas desconhecidas da população, ou para determinar as diferenças observadas entre duas amostras são realmente devidas a uma variação causal ou se são verdadeiramente significativas.

A fim de que as conclusões da teoria da amostragem estatística sejam válidas, as amostras devem ser escolhidas de modo a serem representativas da população estudada.

Cálculo da extensão da amostra

$$n = S^2 \cdot p \cdot q \cdot N / e^2 \cdot (N-1) + S^2 \cdot p \cdot q$$

n = tamanho da amostra

S^2 = nível de confiança

p = percentagem com a qual o fenômeno se verifica

q = percentagem complementar (100 – p)

N = tamanho da população

e^2 = erro máximo permitido

Para a análise dos resultados foram gerados mapas temáticos com os dados de pressão e ocorrência de vazamentos no período de um ano dos setores de Itaquera, Ermelino Matarazzo e Suzano.

Para que o registro de falha fosse uma amostragem representativa do universo pesquisado foi determinada pelo histórico de vazamentos no setor a extensão da amostra a ser adotada.

RESULTADOS OBTIDOS

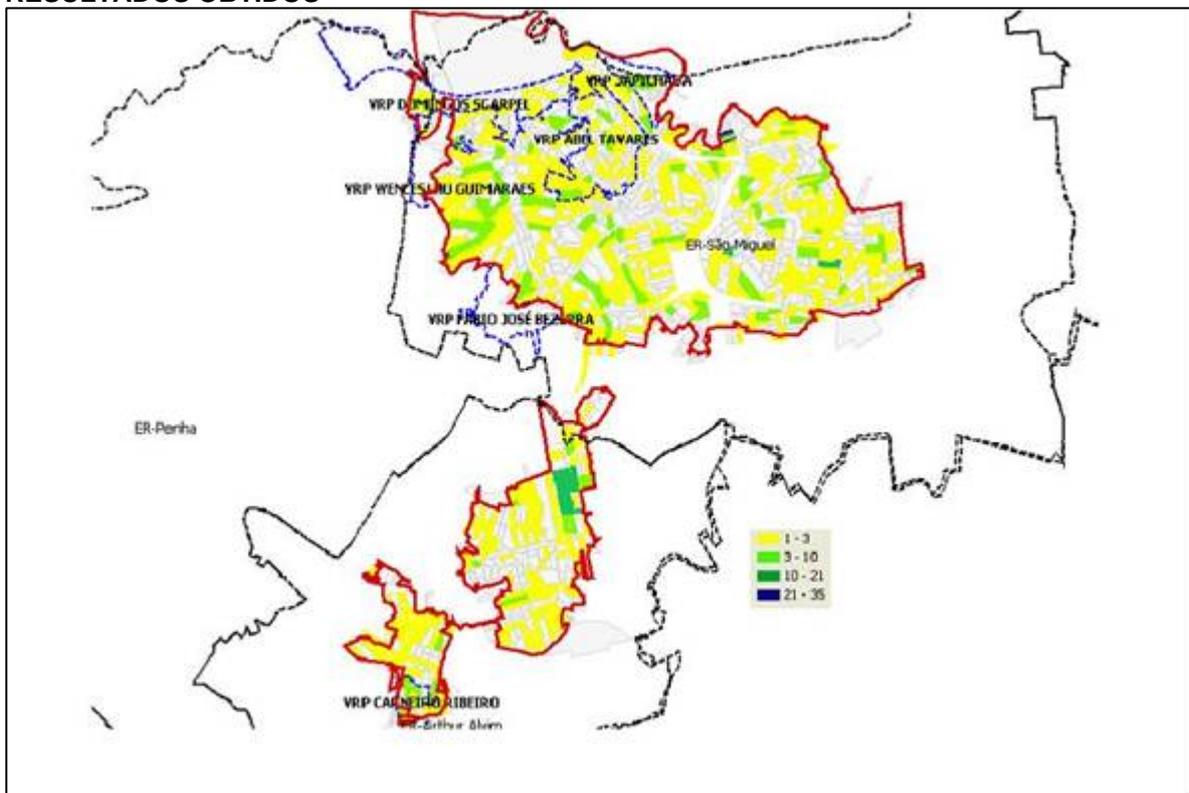


Figura 05 -Mapa temático – Setor Ermelino – Vazamentos em Ramais Fonte: MLET/SABESP

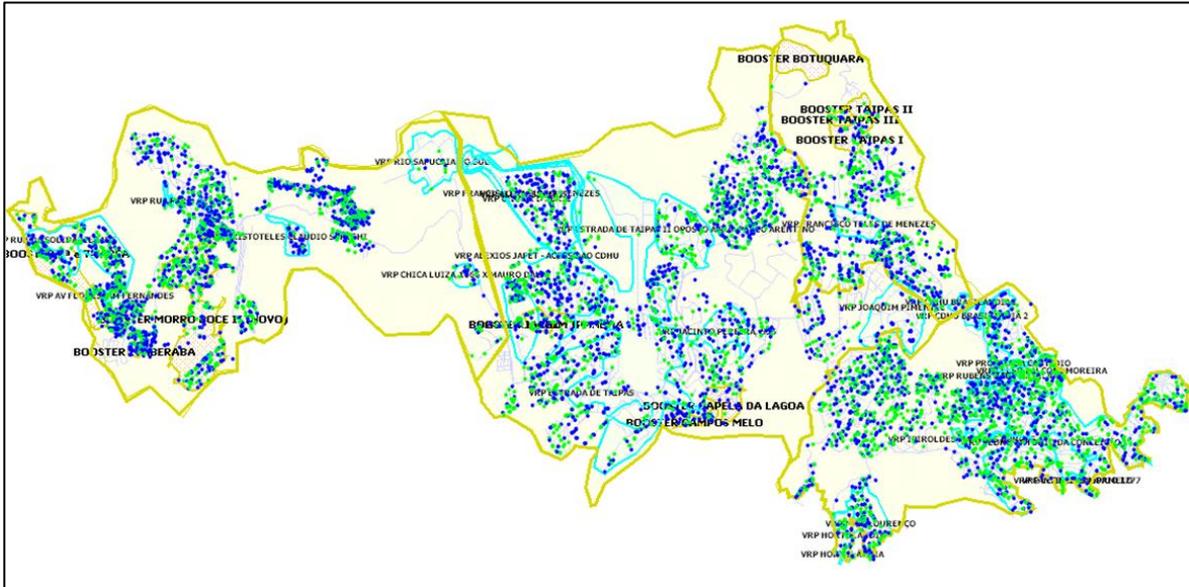


Figura 06 -Mapa temático – Setor Jaraguá – Vazamentos em Ramais Fonte: MNEP/SABESP

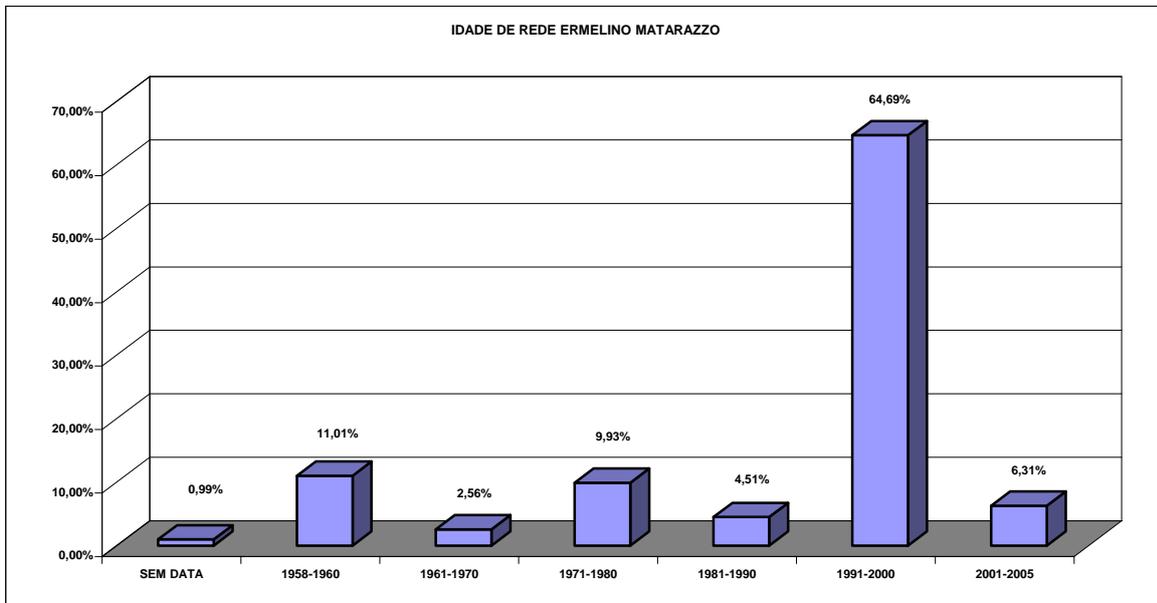


Figura 07 – Distribuição da Idade de Rede – Setor Ermelino Matarazzo Fonte: Sabesp/MLET

RESULTADOS DO REGISTRO DE FALHA

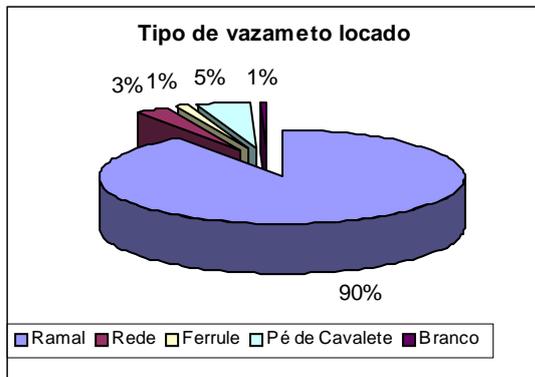


Figura 08 – Tipos de Vazamentos Localizados Fonte: Sabesp/MLET

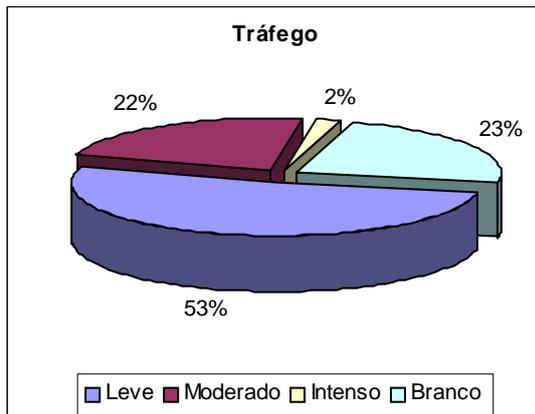
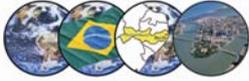


Figura 09 – Tipos de Tráfego Fonte: Sabesp/MLET

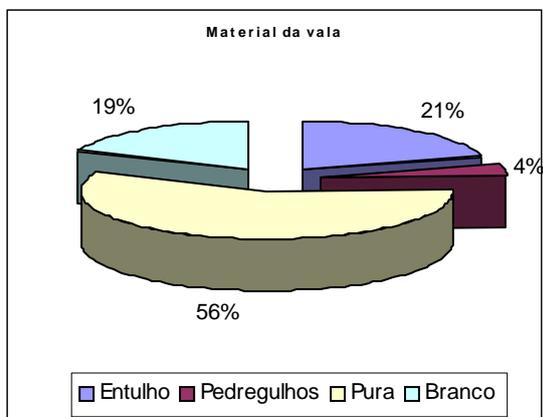


Figura 10 – Tipos de Material da Vala Fonte: Sabesp/MLET

OCORRÊNCIAS EM CAVALETES

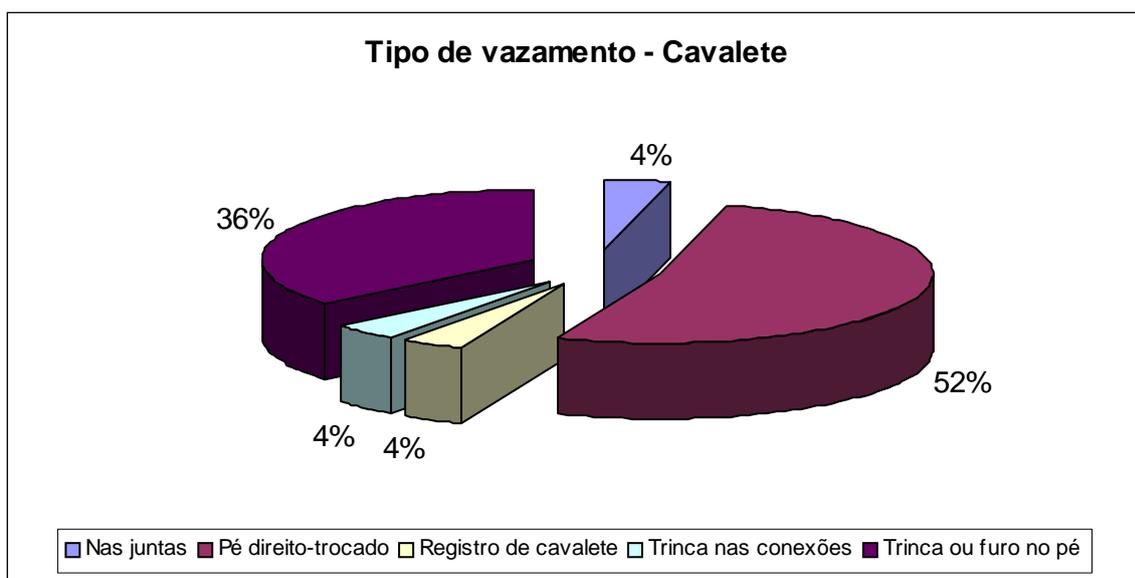


Figura 11 – Tipos de Vazamentos Locados em Cavaletes, Fonte: Sabesp/MLET



OCORRÊNCIAS EM REDES

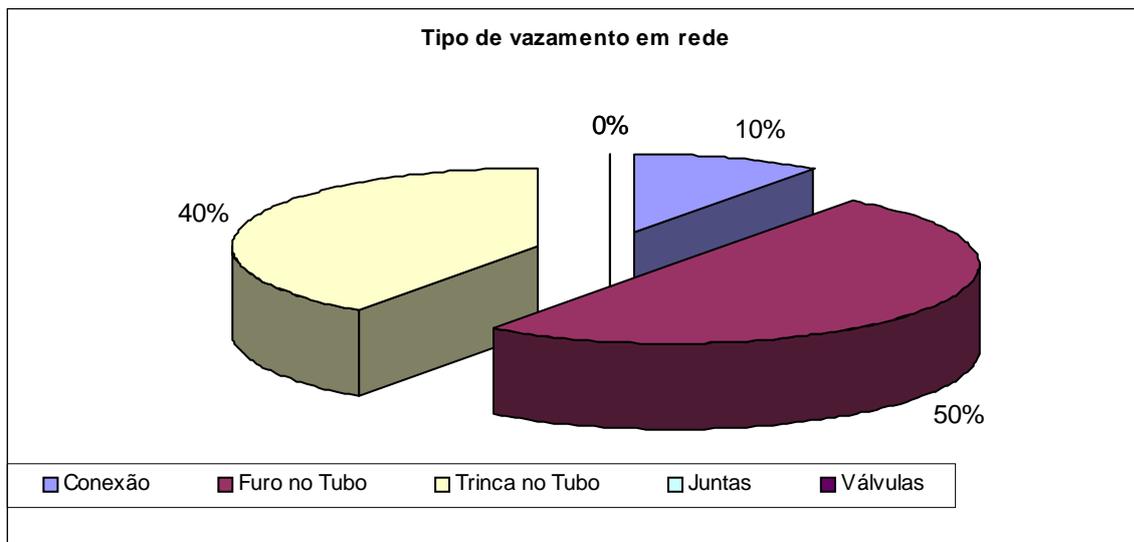


Figura 12 – Tipos de Vazamentos Locados em Redes, Fonte: Sabesp/MLET

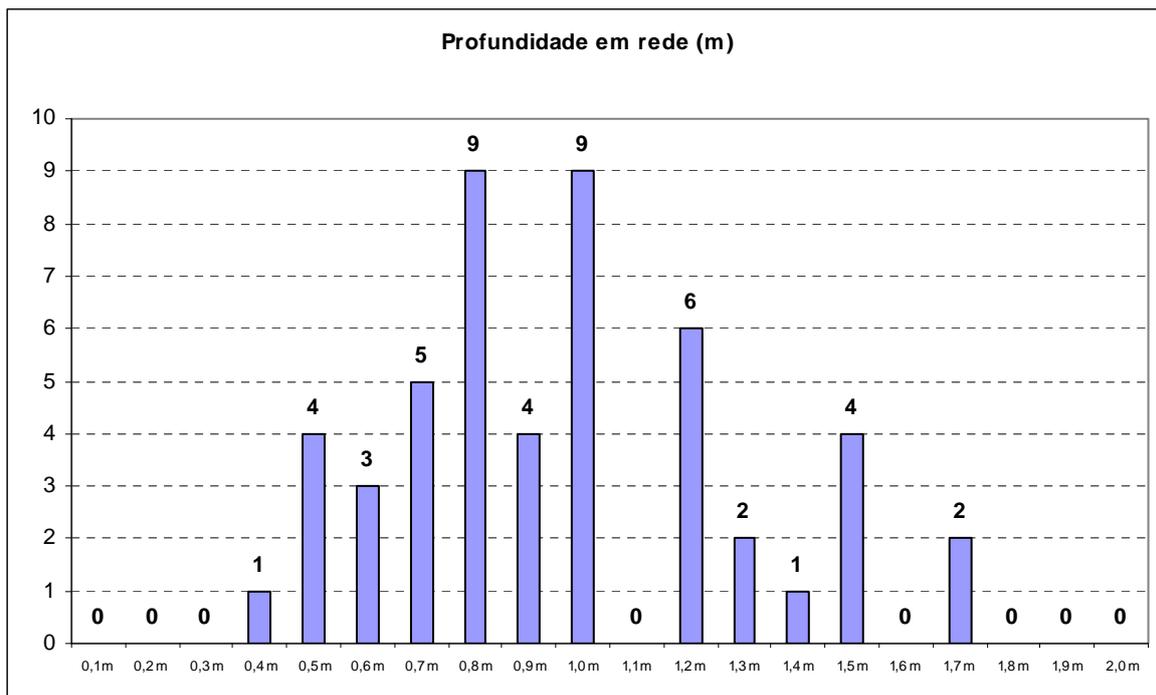


Figura 13 – Profundidade Média da Tubulação, Fonte: Sabesp/MLET



OCORRÊNCIAS EM RAMAIS

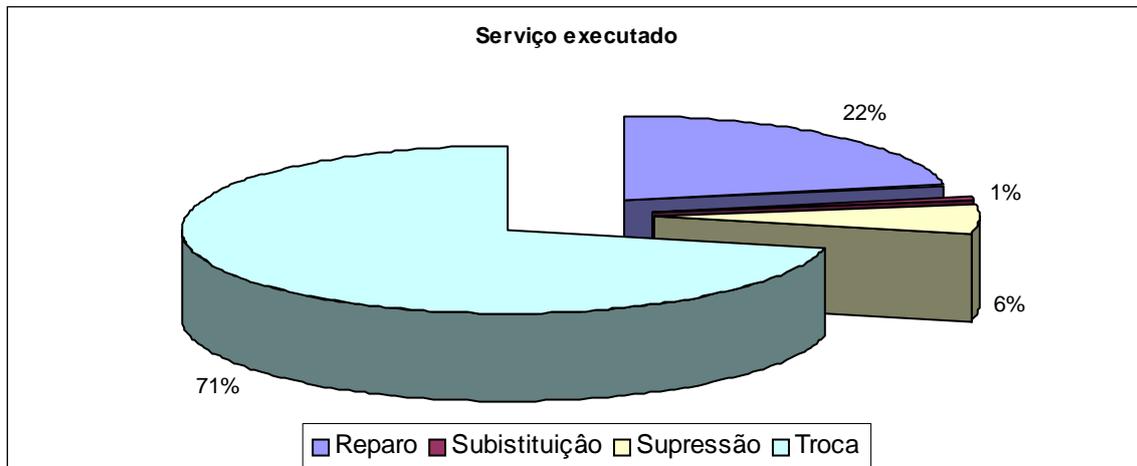


Figura 14 – Serviços de Manutenção Realizados nos Ramais Locados, Fonte: Sabesp/MLET

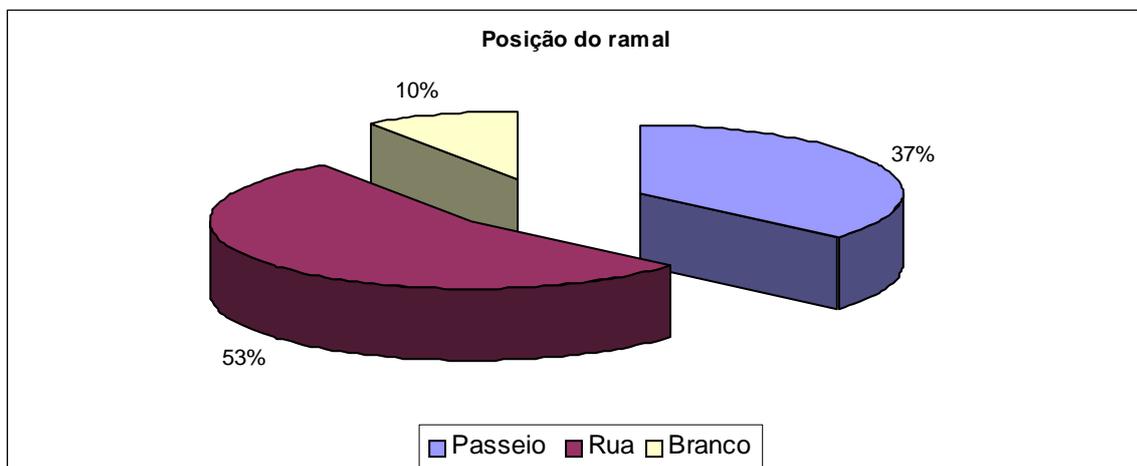


Figura 15 – Posição dos Ramais Locados, Fonte: Sabesp/MLET

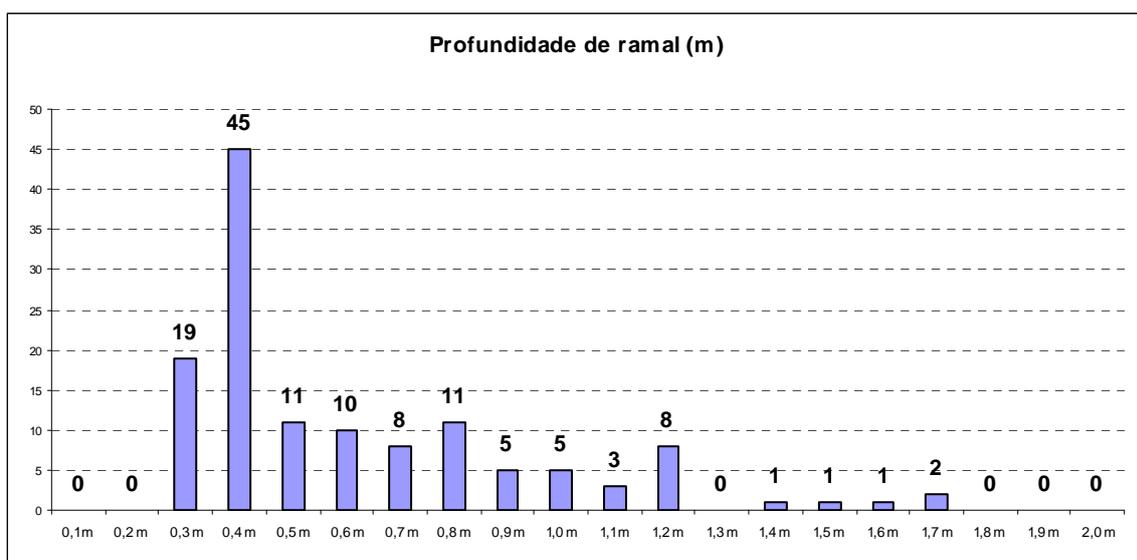


Figura 16 – Profundidade Média dos Ramais Locados, Fonte: MLET/SABESP

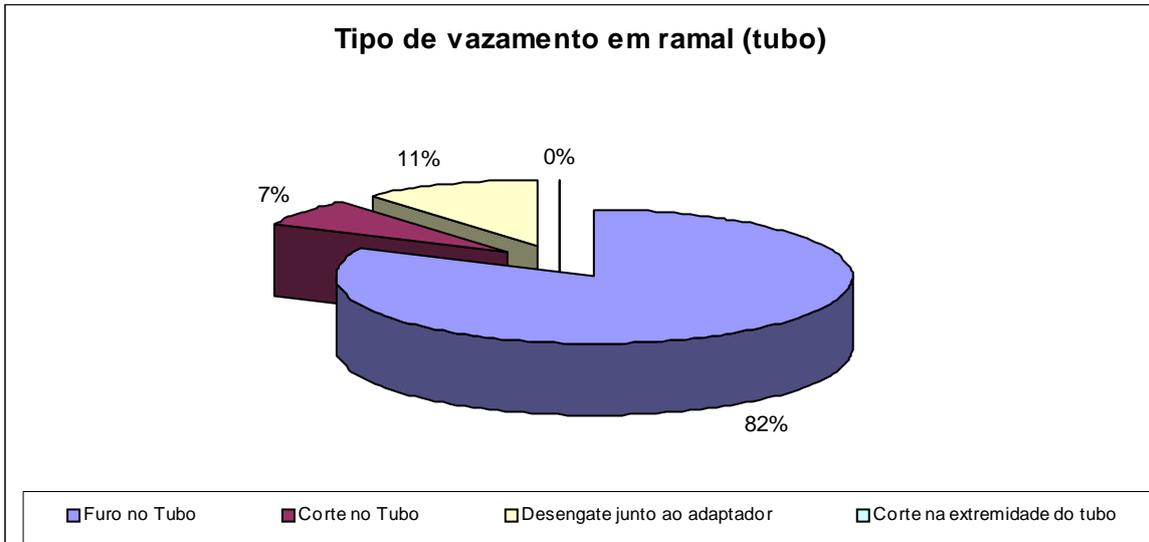
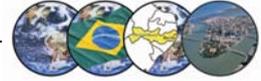


Figura 17 – Tipos de Vazamentos Executados nos Ramais Locados, Fonte: MLET/SABESP

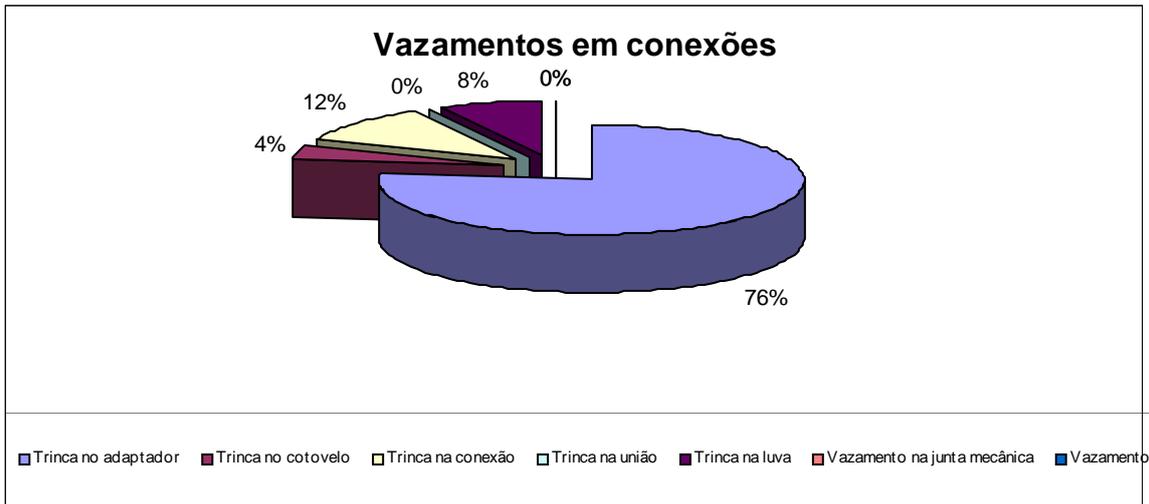


Figura 18 – Tipos de Vazamentos nas Conexões dos Ramais Locados, Fonte: MLET/SABESP

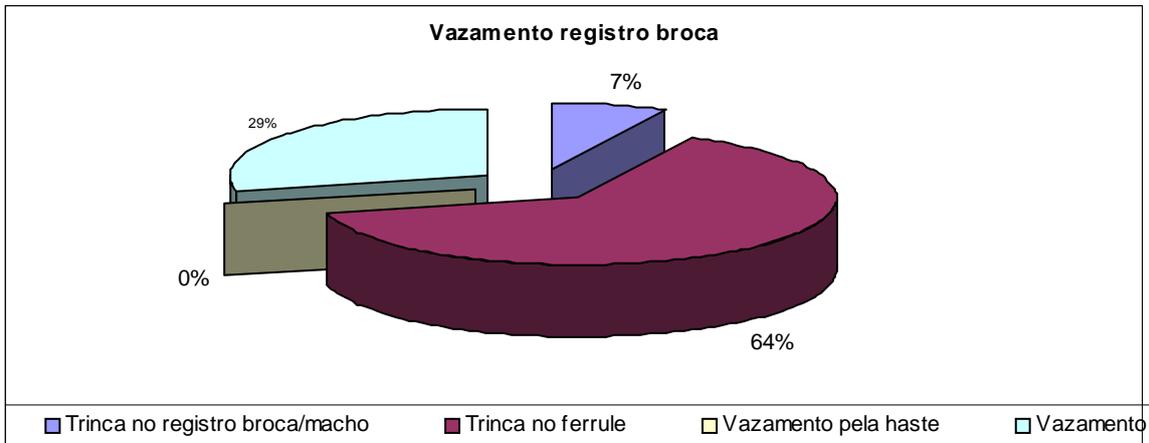


Figura 19 – Tipos de Vazamentos nas Conexões de Rede dos Ramais Locados, Fonte: MLET/SABESP



Acompanhamento das pressões dinâmicas

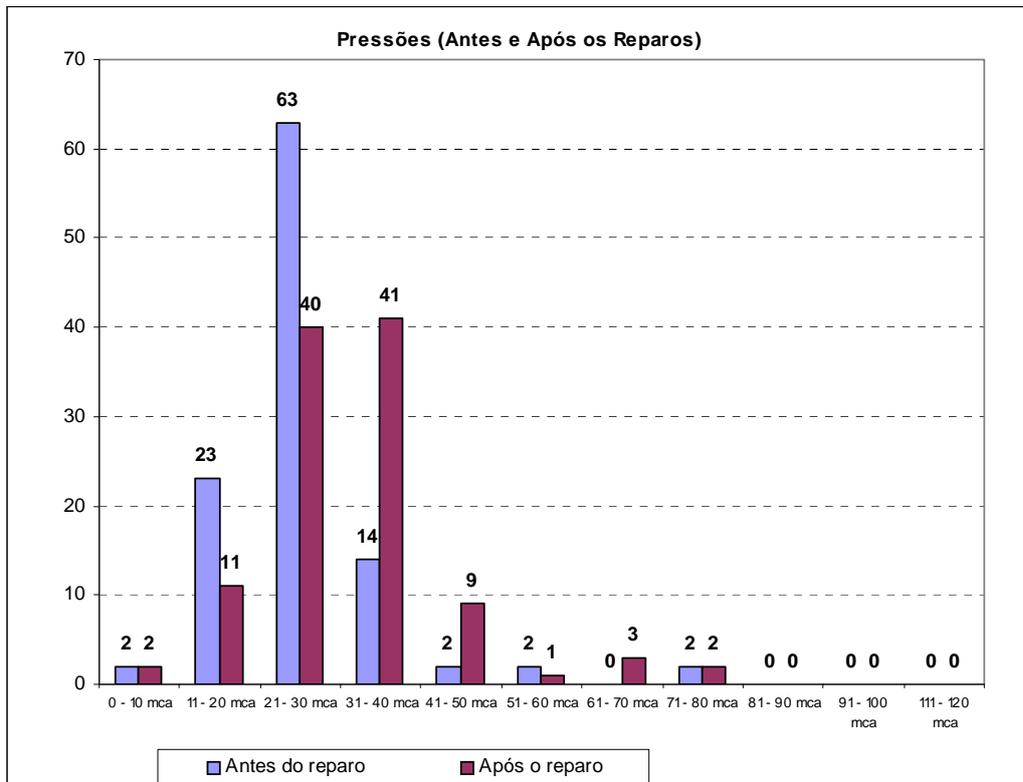


Figura 20 – Acompanhamento das Pressões Antes e Após os Reparos, Fonte: MLET/SABESP

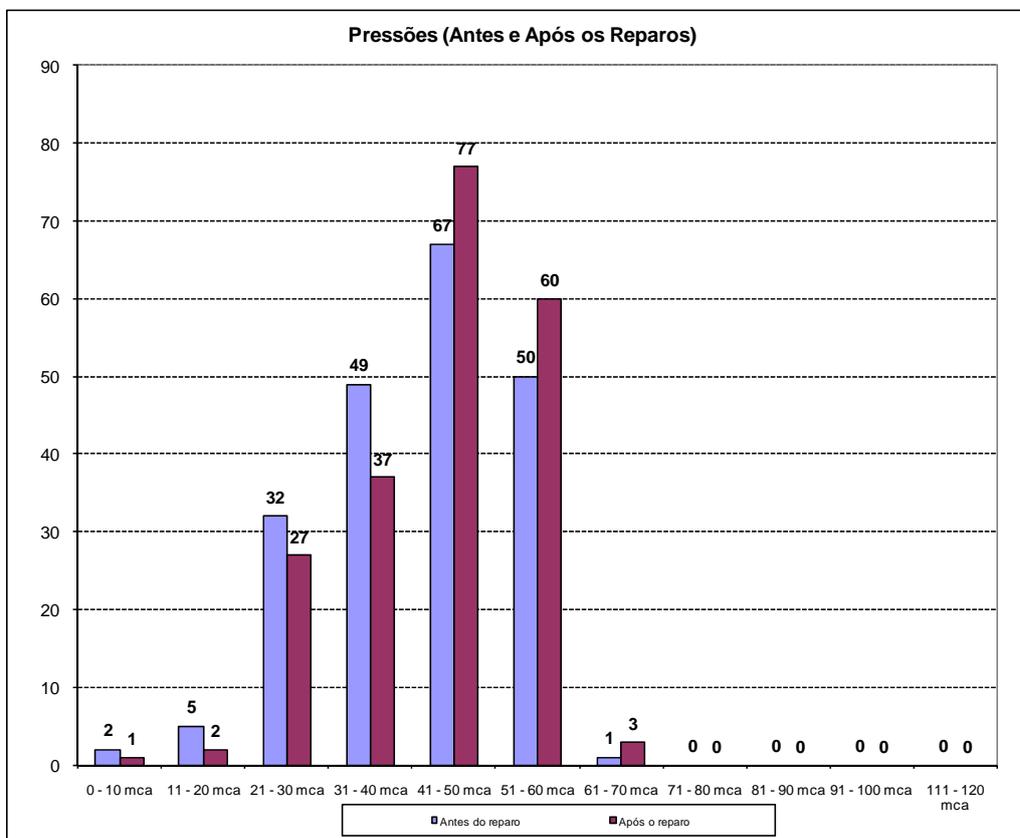


Figura 21 – Acompanhamento das Pressões Antes e Após os Reparos, Fonte: MLET/SABESP

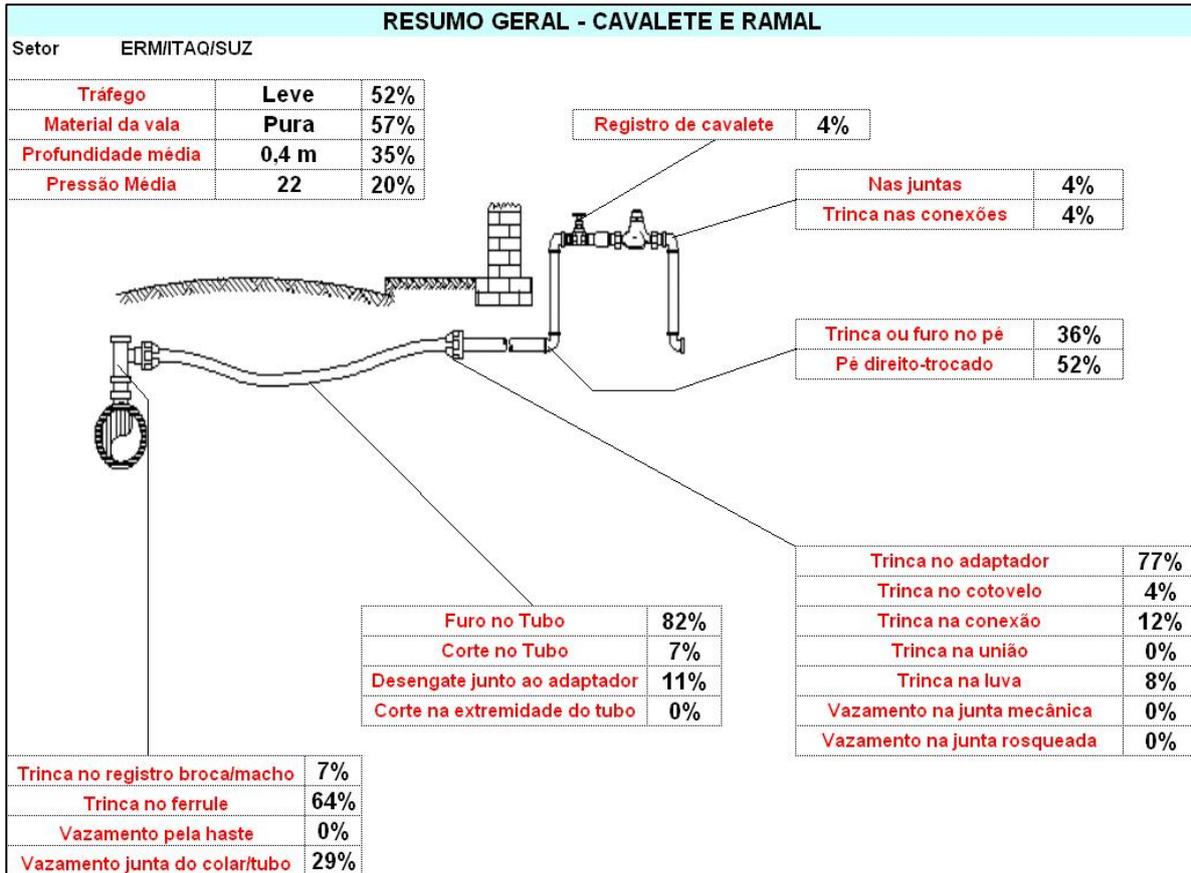


Figura 22 – Resumo Geral – Cavalete e Ramais, Fonte: Sabesp

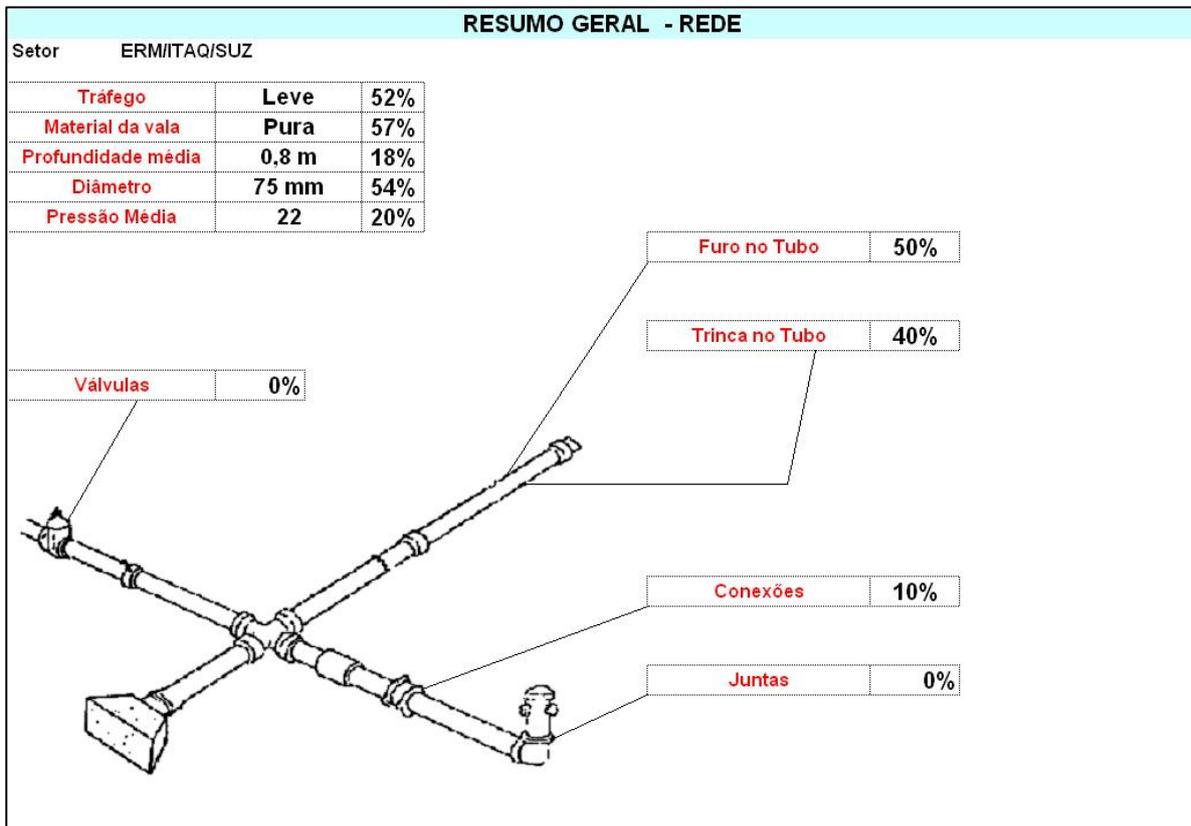


Figura 23 – Resumo Geral – Redes, Fonte: Sabesp



CONCLUSÕES

A utilização dos mapas temáticos é importante na tomada de decisões na fase de planejamento das ações de combate a perdas devido à visualização das áreas com maior incidência de ocorrências.

Em um dos setores a maior concentração de vazamentos estava dentro da área do Booster São José com 155 km de rede, não sendo necessário, portanto a varredura em todo o setor, priorizando assim as ações.

Por se tratar de área de Booster, as pressões estavam acima da norma recomendada o que ocasionava a grande quantidade de vazamentos. A solução encontrada foi que durante as execuções dos vazamentos locados somados a um levantamento de ramais com mais de um conserto no histórico, fossem trocados. Com isso, estaríamos prevenindo o não surgimento de novas ocorrências, nestes ramais.

Um fato diagnosticado durante os trabalhos foi a de que apesar de se tratar de uma área de Booster, haviam pontos de intermitência devido à alta quantidade de vazamentos.

Como mostrado nas figuras 20 e 21 as trocas de ramais associadas aos consertos elevam a média da pressão do imóvel. Com isso alguns pontos que sofriam intermitência puderam ser abastecidos.

Em contrapartida o aumento da pressão nos ramais pode levar o mesmo a uma fadiga ou um novo ponto de vazamento. É necessário observarmos por tanto, a medida que executamos os consertos de vazamentos o monitoramento das pressões com a utilização de registradores. Cabe ressaltar que há a necessidade de uma maior amostragem para validação destas conclusões.

O registro de falha é uma ferramenta importante no diagnostico dos problemas a que estão submetidos nossas redes e ramais. Percebeu-se, porém, que durante os trabalhos há a necessidade de treinamentos constante das equipes de execução, no preenchimento dos formulários de forma a evitar os erros.

Conforme demonstrado no Quadro resumo pode identificar o maior índice de ocorrências de falhas por tipo.

Tabela 01 – Falhas encontradas em cavalete

Cavalete	
Pé direito-trocado	52%
Trinca ou furo no pé	36%

A maior quantidade de trocas dos cavaletes ocorreu por se tratarem de cavaletes de ferro galvanizado antigos.

Tabela 02 – Falhas encontradas em ramais

Ramal	
Furo no Tubo	82%
Trinca no adaptador	77%
Trinca no ferrule	64%

As maiores ocorrências destas falhas se devem ao material empregado (83% PEAD preto) associadas à má execução, o que foi comprovado na hora da escavação e troca dos mesmos.

Tabela 03 – Falhas encontradas em redes

Rede	
Furo no Tubo	50%
Trinca no Tubo	40%

As fotos abaixo representam as situações encontradas nas ligações pesquisadas, muito delas já nos mostram os diversos problemas encontrados não somente na execução, mas como “emenda” nos ramais ou tipo de solo inadequado.



Foto 01 – Tipo de Solo com Pedregulho, Fonte: Sabesp



Foto 02 – Emenda em Ramal, Fonte: Sabesp



Foto 03 – Diversas Emendas em Ramal, Fonte: Sabesp

As ocorrências nas redes podem ser associadas a mudanças do tipo de tráfego

A profundidade média encontrada nos ramais foi de 0,40m em não conformidade a norma técnica NTS 164 – SABESP, que recomenda 0,50m de cobrimento sobre o tubo do ramal.

Foi verificado também o histórico de vazamentos anteriores nos registros apontados. Estes dados servem de referência para o monitoramento de falhas futuras ou retrabalhos na análise individual dos casos.

Portanto, com a utilização da planilha de acompanhamento associada à teoria da amostragem na quantidade de vazamentos reparados, podemos nortear de forma mais objetiva as ações que devem ser implementadas. Sejam elas de setorização ou programas de trocas de ramais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. Lambert – Consultoria de Perdas Reais – Sabesp, São Paulo, março 2002