

## **GESTÃO DE ATIVOS NA INFRAESTRUTURA DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

### **Robson Fontes da Costa <sup>(1)</sup>**

Doutorando em Administração e Sustentabilidade pela Fundação Educacional Inaciana (FEI/SP), Mestre em Tecnologias Ambientais pelo Centro Paula Souza (CPS/SP), Engenheiro Civil pela Universidade Cruzeiro do Sul (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), Engenheiro de Segurança do Trabalho (ESTÁCIO) e Tecnólogo em Obras Hidráulicas pela FATEC/SP

**Endereço<sup>(1)</sup>:** ESTÁCIO/SP: Rua Promotor Gabriel Nettuzzi Perez, 108 – Santo Amaro - São Paulo - SP - CEP 04743-020 - Brasil - Tel.: +55(11) 4003 6767 - e-mail: robson.costa@estacio.br

### **RESUMO**

A importância da água e saneamento é inquestionável para o desenvolvimento humano à escala global e com particular relevância no continente africano, exigindo fortes investimentos de infraestrutura hidráulica aos governos nacionais. É bem reconhecido que a fiabilidade dos serviços de infraestrutura hidráulica é um fator-chave que afeta a produtividade industrial, a eficiência e a competitividade. Dessa forma, o aprimoramento do abastecimento de água como serviço de infraestrutura contribuirá para o crescimento económico e a criação de empregos.

Os sistemas urbanos de água são a parte mais valiosa das infraestruturas públicas em todo o mundo, e os serviços públicos e os municípios são responsáveis pela sua gestão e expansão para as gerações atuais e futuras. As infraestruturas envelhecem e degradam-se inexoravelmente, enquanto a sociedade coloca exigências crescentes de níveis de serviço, gestão de riscos e sustentabilidade (Alegre & Covas, 2010).

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Ativos, Registro de Falhas, Manutenção Sistemática de Vazamentos

### **INTRODUÇÃO**

É universalmente aceite, que a água potável e acessível para todos é uma parte essencial do mundo em que queremos viver e há água suficiente no planeta para conseguir isso. No entanto, devido a condições económicas ou a infraestruturas precárias, milhões de pessoas, incluindo crianças, morrem todos os anos de doenças associadas ao abastecimento inadequado de água, saneamento e higiene (WHO, UNICEF, 2019).

A escassez de água, a baixa qualidade da água e o saneamento inadequado impactam negativamente a segurança alimentar, as opções de subsistência e as oportunidades educacionais para famílias pobres em todo o mundo. Atualmente, mais de 2 mil milhões de pessoas vivem com o risco de acesso reduzido a recursos de água doce e, até 2050, pelo menos uma em cada quatro pessoas provavelmente viverá num país afetado por escassez crónica ou recorrente de água doce. A seca em alguns dos países mais pobres do mundo, agrava a fome e a desnutrição.

Segundo Alegre & Covas, (2010) entende-se por infraestrutura de adução e distribuição de água o sistema constituído pelo conjunto de componentes (ou de ativos fixos tangíveis), que assegura a prestação de um serviço público essencial, cuja continuidade é necessária garantir, devendo manter-se funcional enquanto se justificar o serviço a que se destina.

Desta forma, uma infraestrutura deverá ser mantida permanentemente em condições de operacionalidade adequadas à satisfação dos níveis de serviço pretendidos. Esta exigência impede, em geral, que a infraestrutura seja substituída na globalidade, de uma só vez. Deverá antes ser reabilitada progressivamente ao longo do tempo, com intervenções mais ou menos localizadas nos seus componentes, que não ponham em causa a continuidade de prestação do serviço e que garantam uma vida ilimitada à infraestrutura.

O maior volume perdido das perdas reais e provenientes de vazamentos nas redes de adução e distribuição e em seus ramais. Podemos citar como sendo causas de vazamento:

Em adutoras, redes e ramais:

- 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;
- Pressões elevadas (acima de 5 kgf/cm<sup>2</sup> 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.

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.

## **OBJETIVO**

O objetivo do trabalho é apresentar uma nova visão da Gestão de Ativos, das redes de abastecimento de água, apresentando a utilização de uma simples planilha de anotações e controles que servem para a determinação de indicadores.

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

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

Os sistemas urbanos de água são a parte mais valiosa das infraestruturas públicas em todo o mundo, e os serviços públicos e os municípios são responsáveis pela sua gestão e expansão para as gerações atuais e futuras. As infraestruturas envelhecem e degradam-se inexoravelmente, enquanto a sociedade coloca exigências crescentes de níveis de serviço, gestão de riscos e sustentabilidade. (Alegre et al., 2012).

A Gestão de Ativos para as entidades gestoras de água é mais complexo do que para a maioria dos outros setores, devido ao número, variedade, idade, condição e localização dos ativos; a magnitude do investimento em ativos; e a dificuldade de inspecionar e manter os bens enterrados. Essa complexidade geralmente é agravada pela falta de financiamento e de competências para a aquisição, o comissionamento, a manutenção e a substituição de ativos no momento ideal (Banco Asiático de Desenvolvimento, 2014).

Para a Gestão de Manutenção Preventiva das redes de abastecimento, podemos destacar duas metodologias de trabalho:

- a) **Manutenção Condicionada:** consiste na manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes em função do estado do equipamento e do controle do seu estado de funcionamento, feito em contínuo ou em verificações periódicas das suas variáveis de funcionamento (vibrações, temperaturas, estado do óleo de lubrificação, etc.), permitindo prever futuras ocorrências de avarias através de curvas de tendência dos parâmetros controlados.
- b) **Manutenção Sistemática:** é a manutenção preventiva executada a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de funcionamento, sem controle prévio do estado do bem. Para o sucesso da aplicação da manutenção sistemática é fundamental conhecer o histórico de avarias a partir do qual se pode prever, com algum grau de confiança, quando as avarias poderão ocorrer. Estes dados permitem que as intervenções possam ser devidamente planejadas para serem efetuadas na altura ideal, tanto para a manutenção como para a produção.

A figura 1 apresenta os diversos tipos de manutenção e sua estrutura de relações.

**Gráfico 1 – Tipos de manutenção e sua estrutura de relações**



Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

Portanto o gerenciamento da infraestrutura 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.

**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 infraestrutura, 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.

**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 encargo 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 das 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 subsetores 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 à rede, que podem sofrer a ação do furto de água ou contaminação.

#### **Registros de falhas**

O registro das ocorrências é vital no gerenciamento da infraestrutura, visto que, os levantamentos dos mesmos são utilizados no diagnóstico 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;
  - Ferrules;
  - 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;

### 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.

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

O cálculo da extensão da amostra e dada pela equação 1, abaixo:

$$n = S^2 \cdot p \cdot q \cdot N / e^2 \cdot (N-1) + S^2 \cdot p \cdot q \quad \text{equação (1)}$$

n = tamanho da amostra

S<sup>2</sup> = nível de confiança

p = percentagem com a qual o fenômeno se verifica

q = percentagem complementar (100 – p)

N = tamanho da população

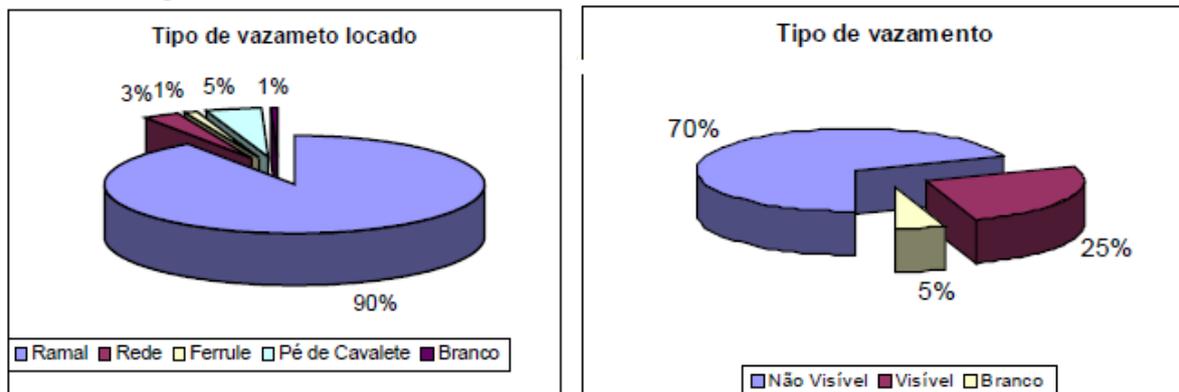
e<sup>2</sup> = erro máximo permitido

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

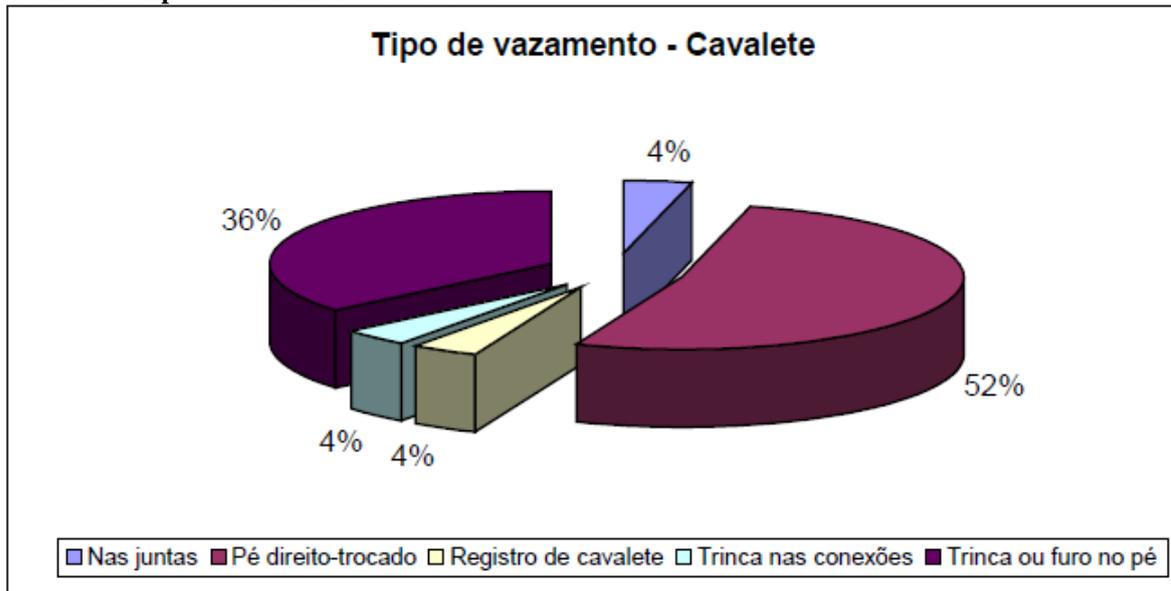
Os gráficos abaixo, são resultado da utilização de uma ficha de registro de falhas, aplicadas durante o reparo de vazamentos, que vem juntamente com a Ordem de Serviço de execução.

**Gráfico 1 – Tipos de Vazamentos Locados**



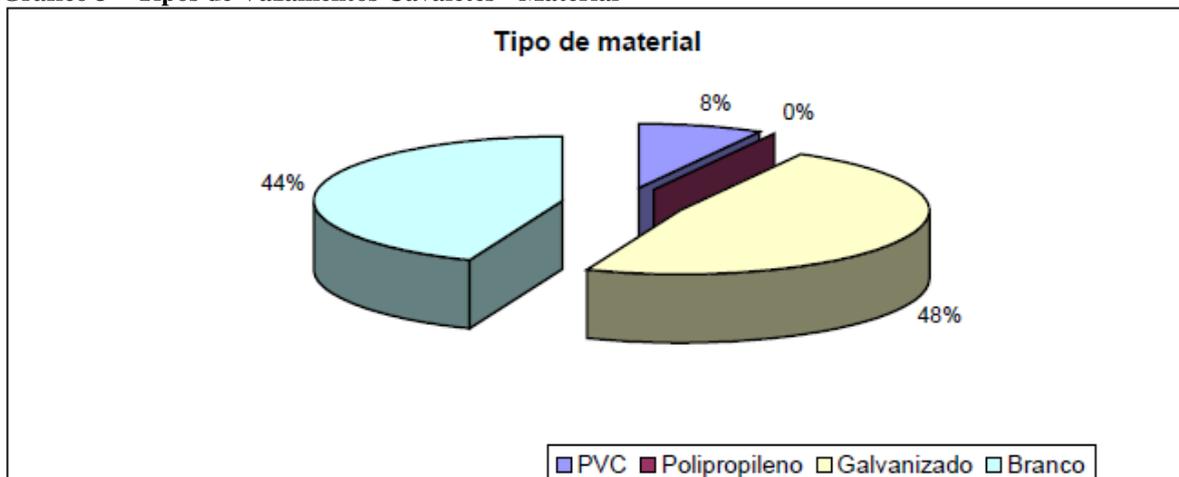
Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

**Gráfico 2 – Tipos de Vazamentos Cavaletes**



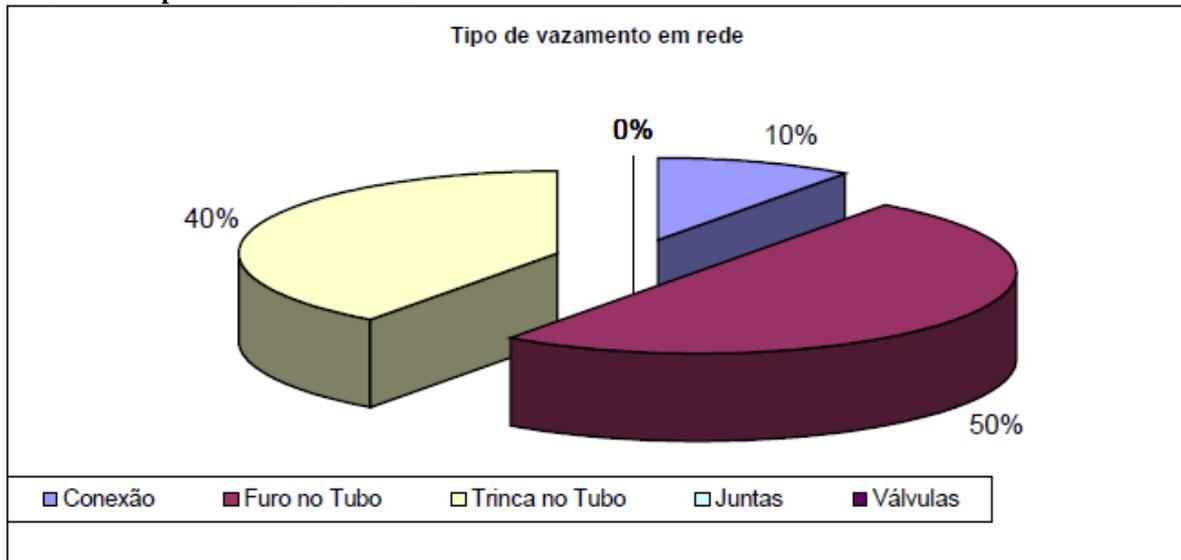
Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

**Gráfico 3 – Tipos de Vazamentos Cavaletes - Material**



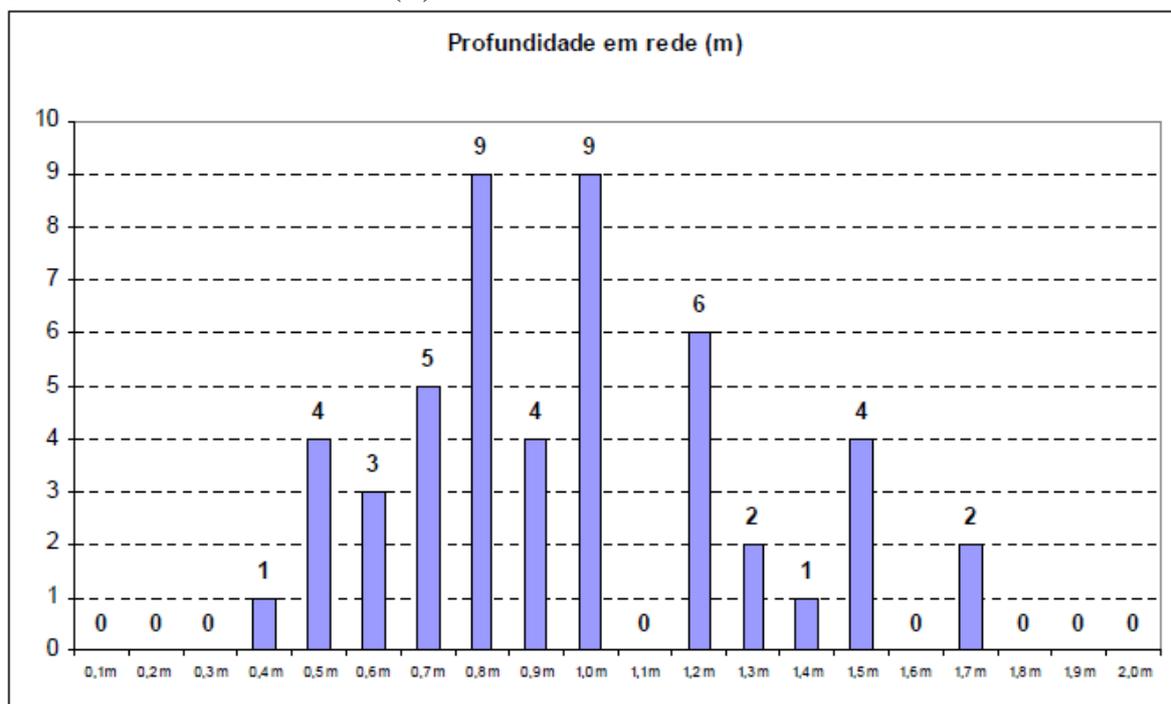
Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

**Gráfico 4 – Tipos de Vazamentos em Rede**



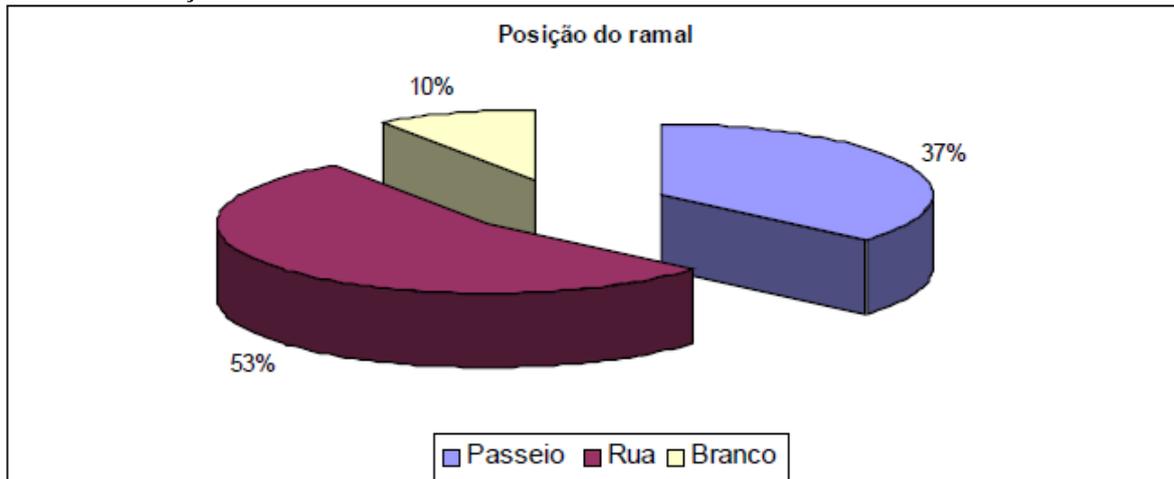
Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

**Gráfico 5 – Profundidade da rede (m)**



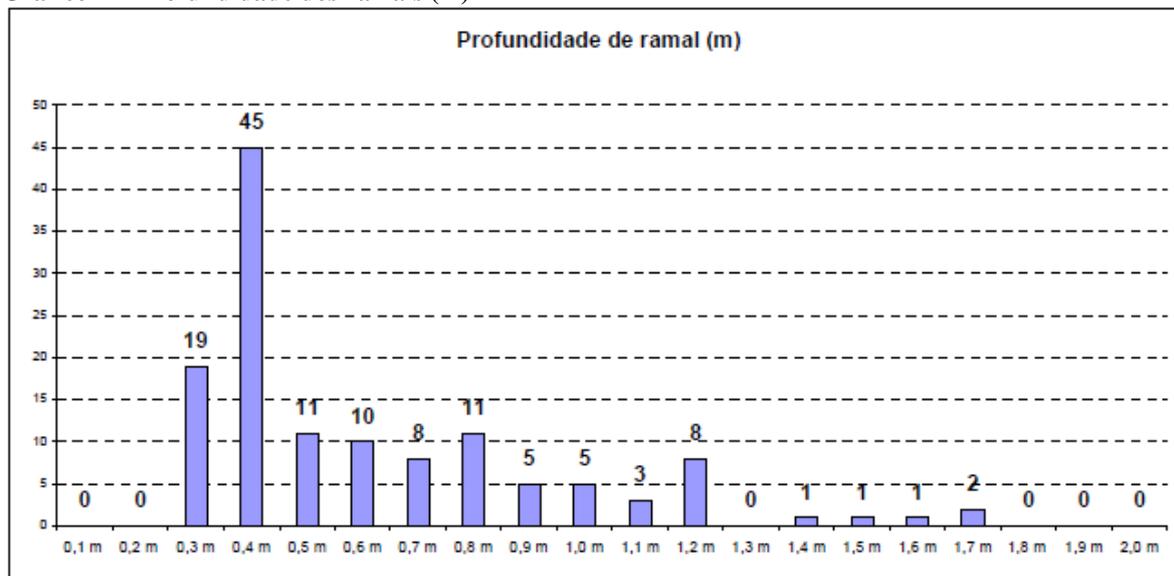
Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

**Gráfico 6 – Posições dos ramais**



Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

**Gráfico 7 – Profundidade dos ramais (m)**



Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Estes indicadores auxiliam na avaliação e na melhoria da eficácia e eficiência das organizações, de modo a que estas cumpram os níveis espectáveis quando praticadas as técnicas de manutenção nos bens imobilizados. A Norma apresenta o sistema de indicadores dividido em três grupos: indicadores económicos, técnicos e organizacionais (Instituto Português da Qualidade, 2009b) e devem ser utilizados para:

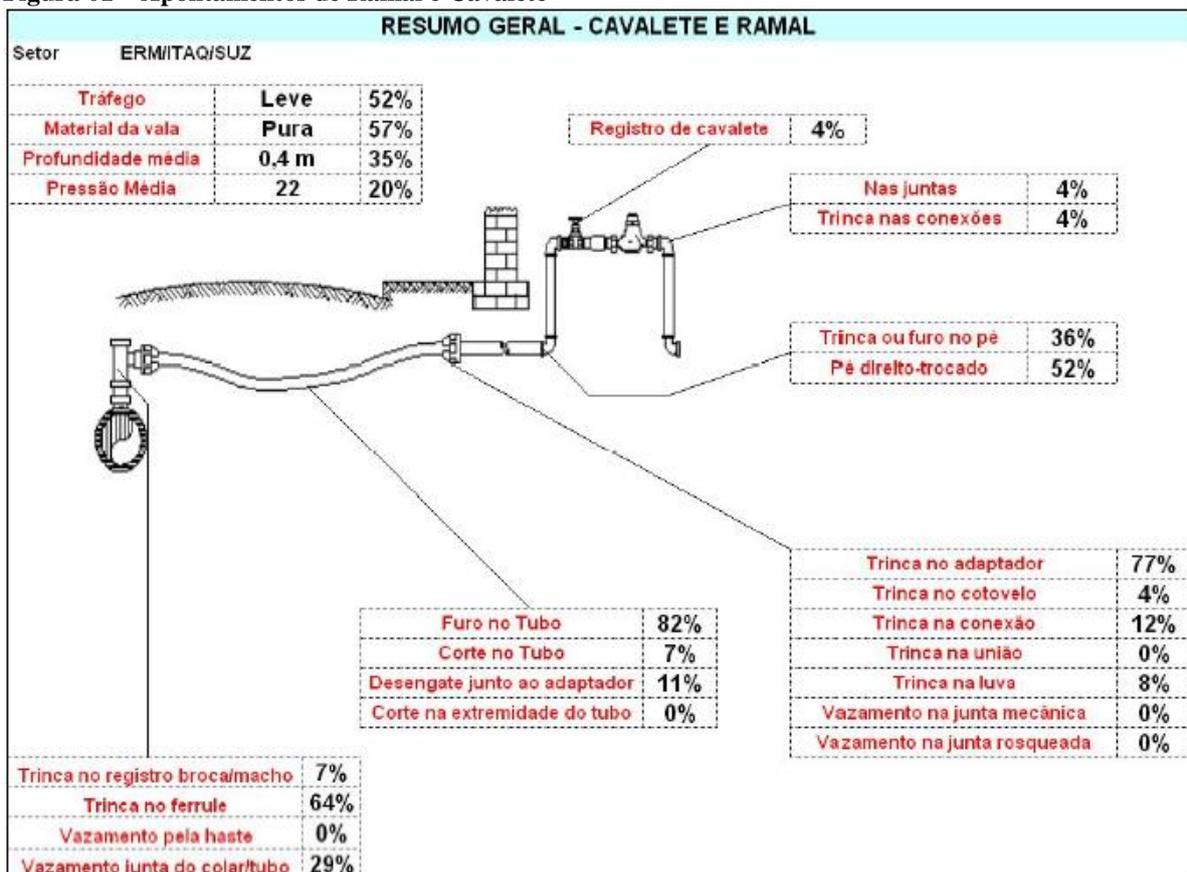
- Medir o estado;
- Estabelecer comparações (benchmarking interno e externo);
- Diagnosticar (análise de pontos fortes e fracos);
- Identificar objetivos e definir metas a alcançar;
- Planear ações de melhoria;
- Medir continuamente os resultados das modificações ao longo do tempo.

A facilidade da aplicação deste método se demonstra nas figuras 1 e 2 abaixo, onde os indicadores podem ser facilmente transportados para planilhas de Excel e apresentar dados percentuais das falhas apresentadas a serem aplicadas na manutenção sistemática da Gestão de Ativos.

As empresas devem possuir indicadores de desempenho que garantam a estabilidade e previsibilidade do processo de manutenção. Em geral, os indicadores são medidas ou dados numéricos estabelecidos sobre os processos que se querem controlar e na manutenção.

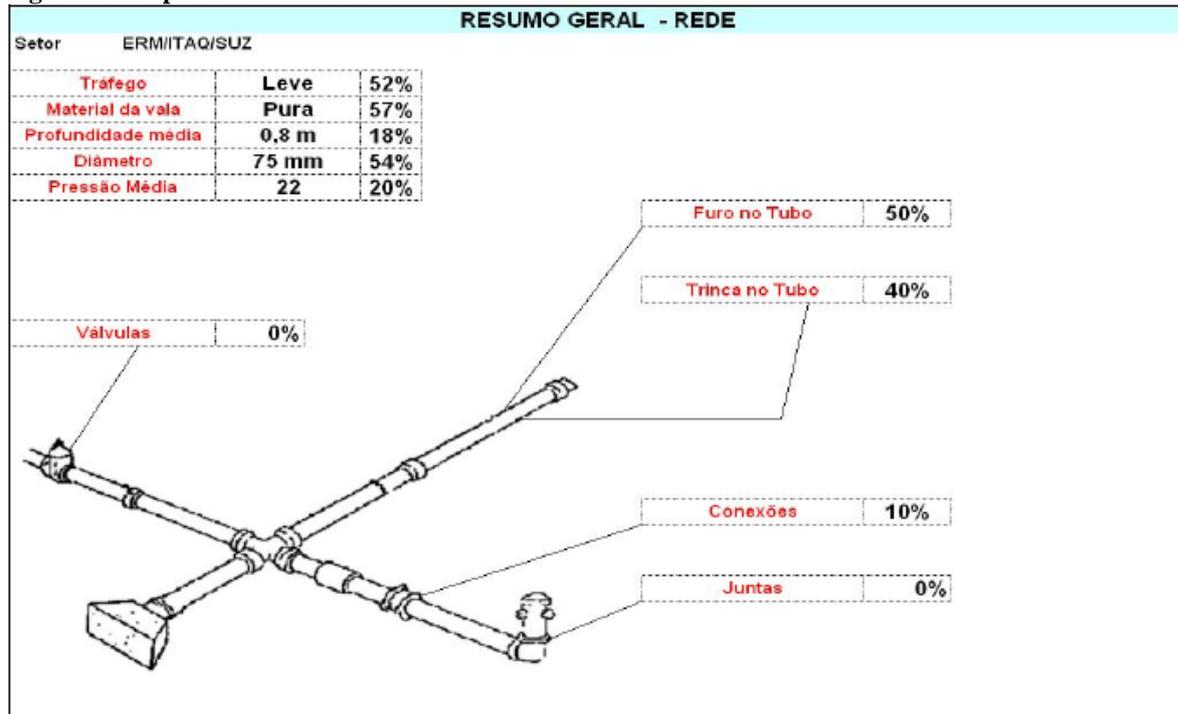
As figuras 01 e 02, apresentam o resultado de um resumo dos indicadores de falhas nas redes de distribuição de água, em planilhas de Excel.

**Figura 01 – Apontamentos de Ramal e Cavalete**



Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

**Figura 01 – Apontamentos de Redes**



Fonte: elaboração própria a partir de dados do Autor.

## CONCLUSÃO

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

É necessário observarmos por tanto, à 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 diagnóstico 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.

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

Foi verificado também o histórico de vazamentos anteriores nos registros apontados, conforme gráfico-26. Estes dados servem de referência para o monitoramento de falhas futuras ou retrabalhos na análise individual dos casos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alegre, H., & Covas, D. (2010). Gestão patrimonial de infra-estruturas de abastecimento de água. Uma abordagem centrada na reabilitação (Guia Técnico 16, ERSAR, LNEC, IST).
2. WHO, UNICEF. (2019). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: Special focus on inequalities. United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization (WHO).
3. TSUTIYA M. T. Sistema de Abastecimento de Água - 2º Edição – São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil, 2005