



**RECUPERAÇÃO DE ÁGUA OBTIDA ATRAVÉS DA PESQUISA E REPARO DE
VAZAMENTOS E SUA IMPORTANCIA PARA A EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS
DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA APLICADO PARA O SETOR DO ITAIM
PAULISTA, SÃO PAULO/SP**

Thaís Foffano Rocha⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela UNESP, Sorocaba/SP, pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Senac/SP e Gerenciamento de Obras de Construção Civil pelo Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo/SP. Atua como engenheira de projetos pela Suez Brasil.

Hortencia Salarini Lourencini⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela Faesa, Vitória/ES e pós-graduada em Gerenciamento de Obras de Construção Civil pelo Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo/SP. Atua como engenheira de projetos pela Suez Brasil.

Natallia Zanardo Riechelmann⁽³⁾

Engenheira Civil pelo Instituto Presbiteriano Mackenzie, São Paulo/SP. Atua como engenheira trainee pela Suez Brasil.

Thiago Garcia da Silva Santim⁽⁴⁾

Engenheiro Civil e Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Unesp de Ilha Solteira/SP. Trabalhou como gerente do Controle de Perdas do SAAE Guarulhos e atualmente é Gerente de Operações na Suez Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Rua Butantã, 434, 2º andar - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05420-000 - Brasil - Tel: +55 (11) 982785285 - e-mail: thais.foffano@suez.com

RESUMO

Visando a redução de perdas, o controle ativo e passivo de vazamento é de extrema necessidade, muitas metodologias vêm sendo adotadas a fim de detectar o vazamento antes de aflorar. O controle ativo de vazamentos envolve ações programadas de investigação e detecção dos vazamentos não-visíveis, por métodos acústicos e de pesquisa, e a execução dos reparos necessários. Já no controle passivo, o reparo só é feito após o afloramento do vazamento, causando assim uma grande perda antes do descobrimento do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Pesquisa de vazamento, Pesquisa Acústica, Retorno por Vazamento.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional traz consigo a necessidade de melhorias e ampliações nos serviços de abastecimento de água, os quais precisam garantir o fornecimento de água com qualidade e quantidade para a população abastecida. Diante disso, é interesse para os diversos envolvidos que o abastecimento seja realizado de maneira eficaz (KUSTERKO, 2018).

Segundo Silva Junior (2017), as perdas de água são um problema mundial, e um dos grandes problemas dos sistemas de abastecimento de água brasileiros. É um tema de interesse recorrente devido aos problemas de escassez hídrica e aos altos custos da energia elétrica utilizada durante os processos de captação, produção e distribuição da água tratada.

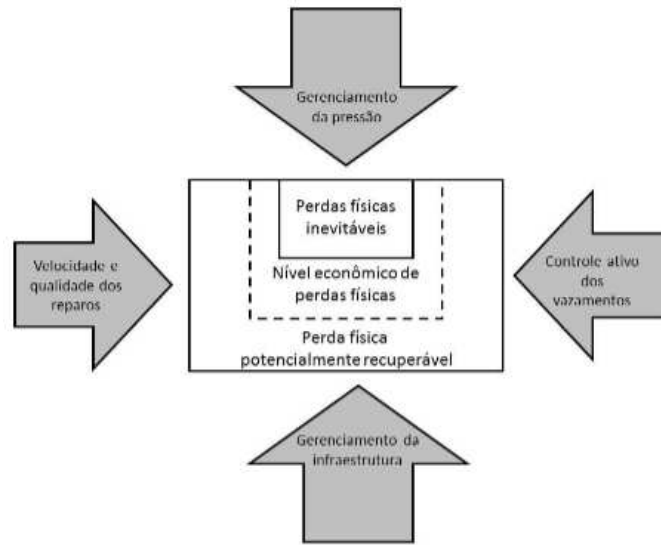
Segundo Gentil et al. (2019), de uma maneira geral, a perda de água é a diferença da água que sai das estações de tratamento e/ou exportada de outro sistema (volume disponibilizado) e a água que chega aos usuários (volume utilizado), aferida pela diferença da soma dos volumes macro medidos e volumes micro medidos.

Em todos os processos de abastecimento de água que utilizam redes de distribuição ocorrem perdas de água. As chamadas perdas físicas ou reais, as associadas aos vazamentos, visíveis ou não visíveis (ocultos); e as perdas comerciais ou aparentes, relativas à falta de micromedição (hidrômetros) ou demais erros de medição, e as fraudes (ligações clandestinas e roubo de água) (GENTIL et al., 2019).

Para Melato (2010, apud Tardelli, 2004), perda física corresponde ao volume de água produzido que não chega ao consumidor final, devido a vazamento em adutoras, redes de distribuição e reservatórios, extravasamento de reservatórios, além dos volumes utilizados de formas inadequadas. A perda não-física equivale ao volume de água que é consumido, mas não faturado pela operadora de saneamento, sendo causados por fraudes, erros de micromedição, falhas no cadastro.

Para o efetivo controle de perdas físicas são necessárias quatro atividades conforme Morais (2010 apud Lambert & Hirner, 2000), apresentado na Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Representação estratégica de controle de perdas físicas.



Fonte: Morais (2010, apud Lambert & Hirner, 2000).

Podendo-se destacar a problemática do combate dos vazamentos nas redes de distribuição de água para abastecimento, eles ocorrem ao longo das redes de distribuição e podem comprometer, juntamente com outros tipos de perdas físicas ou comerciais, até 80% da vazão do sistema em municípios brasileiros (GAMBOA, 2011, apud SNSA, 2010)

Os problemas derivados dos vazamentos, além do desperdício do recurso que deve ser usado racionalmente, incluem também grandes perdas econômicas, perdas de energia, riscos para a saúde pública pela entrada de poluentes na rede, incremento de riscos geológicos e comprometimento estrutural de obras de engenharia tais como pavimentos, edifícios, pontes, entre outros (GAMBOA, 2011, apud SNSA, 2010).

OBJETIVO

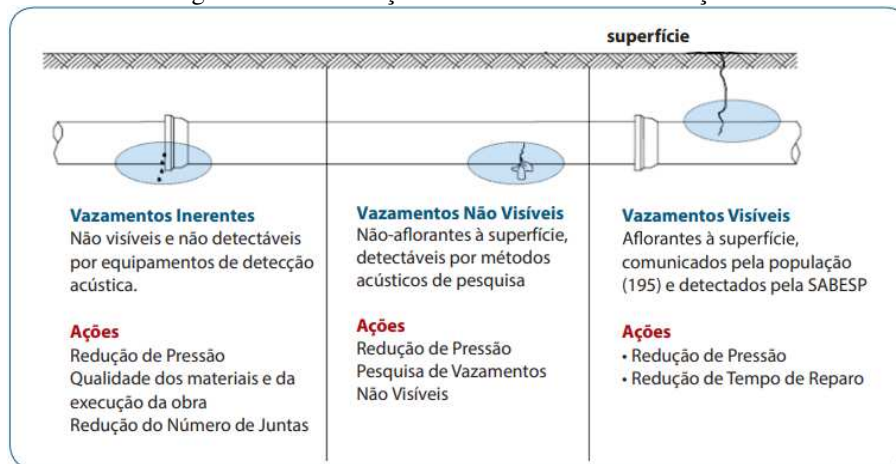
O objetivo deste trabalho é analisar a economia de água obtidas através das ações de controle e combate às perdas previstas no escopo mínimo contratual de um Contrato de Performance para redução de perdas no Setor de Abastecimento do Itaim Paulista, localizado em São Paulo/SP e estabelecer uma relação entre essa economia e o aumento da disponibilidade hídrica para atendimento da população, ampliando assim a eficiência operacional e preservação dos recursos hídricos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O controle ativo de vazamentos envolve ações programadas de investigação e detecção dos vazamentos não-visíveis, por métodos acústicos e de pesquisa, e a execução dos reparos necessários. O controle ativo contrasta com o controle passivo de vazamentos, no qual os reparos são feitos somente quando o vazamento aflora (e é comunicado, geralmente pela população). Neste caso o volume de água perdido é bem maior, não só pelo tempo decorrido entre o rompimento do vazamento e seu afloramento, mas também porque certos vazamentos nunca afloram (dependendo principalmente das características do solo) e, portanto, a perda de água é contínua (GENTIL et al., 2019). A Figura 2 demonstra a classificação dos vazamentos nas tubulações de abastecimento de água.



Figura 2 - Classificação de vazamentos em tubulações.



Fonte: FUNASA (2014).

Visando o controle dos vazamentos, diferentes tipos de metodologias para a sua detecção têm sido desenvolvidos. As metodologias mais simples e antigas, mas ainda mais usadas na prática, incluem a inspeção das redes que pode ser desde visual até usando sensores acústicos (geofones) ou injeção de gás; são importantes também os testes de vazões ou pressões realizadas em segmentos isolados da rede (step-testes), e o uso de sensores acústicos automáticos (loggers) (GAMBOA, 2011, apud SNSA, 2010).

- **Haste de escuta**

É um equipamento do tipo acústico que detecta vibrações nas tubulações geradas pelos vazamentos. Constituído de uma barra metálica que transmite as vibrações captadas nas peças da rede de distribuição de água (registros, cavaletes, hidrantes), para um amplificador mecânico acoplado a uma de suas extremidades, permitindo a verificação auditiva das vibrações (SANTOS, 2007).

Segundo Santos (2007, apud Monteiro, 2006) é utilizado para fazer um primeiro mapeamento indicativo de ocorrências de vazamentos, que serão apontados posteriormente através do uso de geofone ou correlacionador de ruídos. Detecta sons nas frequências entre 200 e 1500 Hertz.

- **Geofone Mecânico**

Segundo Santos (2007, apud Monteiro, 2006) é um equipamento para detecção acústica de vazamentos composto de sensores mecânicos que transmitem os ruídos de vazamentos a partir da superfície do solo que capta frequências entre 200 e 800 Hertz e a sua sensibilidade é menor que a do geofone eletrônico.

É necessária boa audição na utilização e grande experiência em campo, uma vez que outros ruídos do meio ambiente se confundem com ruídos do vazamento. Devido a seu baixo custo é um equipamento muito utilizado pelas empresas de saneamento (SANTOS, 2007).

- **Geofone eletrônico**

Santos (2007, apud Monteiro, 2006) afirma que representa uma evolução do geofone mecânico, composto de sensor, amplificador, fones de ouvido e filtros de ruído de alta e baixa frequência, capta sons situados nas frequências compreendidas entre 100 e 2700 Hertz.

É destinado a identificar os ruídos de vazamentos a partir da superfície do solo. Tem a função de captar as vibrações provenientes do movimento da água fora do tubo, especialmente de seu impacto contra o solo e do ruído característico da circulação de água entre as partículas do solo (SANTOS, 2007).

- **Correlacionador de Ruídos**

Constituído de unidade principal, fones de ouvido, sensores de ruído e pré-amplificadores que transmite através de ondas de rádio ou por cabos informações para o aparelho correlacionador. São posicionados os sensores em dois pontos pré-determinados de um trecho da tubulação. O equipamento determina a posição de um vazamento a partir da análise da diferença de tempo que o ruído característico do vazamento necessita para atingir um e outro sensor. A faixa de operação do equipamento situa-se em geral, entre as frequências compreendidas entre 300 e 5000 Hertz (SANTOS, 2007, apud MONTEIRO, 2006).

De acordo com Santos (2007, apud Monteiro, 2006) o correlacionador de ruídos é utilizado como último recurso para a detecção de um vazamento, após o uso do da haste de escuta e do geofone, e quando o ruído de vazamento não é perceptível pela audição. O bom desempenho depende da existência de um cadastro técnico confiável, uma vez que para seu uso é necessário o conhecimento do material, diâmetro e profundidade da rede pesquisada.

- **Frequência da varredura para combate de vazamentos**

Para um menor índice de vazamentos por quilometro (vaz total/Km) seria necessário pesquisar várias vezes a mesma área. Entretanto várias varreduras seguidas implicariam numa despesa maior é necessário então um estudo econômico com análise do custo-benefício para subsidiar cada caso.

No gerenciamento do sistema de abastecimento de água é necessário determinar um valor limite para as perdas, dentro do qual existe viabilidade técnico econômica para as ações. Para isso Santos (2007 apud Lambert, 2000), propõe um determinado volume de “Perdas Reais Anuais Inevitáveis” (PRAI) que pode ser atingido com as pressões de operação, não havendo restrições de ordem financeira ou econômica. Se o volume das PRAI puder ser estimado em qualquer sistema, levando em consideração os fatores-chave locais, a relação entre as Perdas Reais Anuais Atuais (PRAA) e as PRAI oferece um melhor Indicador de Desempenho de perdas reais.

Considerando pesquisas de vazamentos (PDV) realizadas em diversos projetos, incluindo Itaim Paulista objeto deste estudo, onde foram locados vazamentos visíveis (VV) e não visíveis (VNV), observa-se que mesmo após a primeira varredura, ainda foram encontrados novos vazamentos na área numa segunda campanha. Embora haja uma redução desses indicadores em quatro diferentes setores da cidade de São Paulo, conforme Tabela 1, comprovou que mesmo após a primeira varredura, o índice de vazamentos não visíveis por quilômetro pesquisado ainda é expressivo.

Tabela 1: Indicadores de vazamentos

Projeto	Extensão pesquisada (km)	VV (un)	VNV (un)	Índice de VV/Km	Índice de VNV/Km	Índice de vazamento total/Km
Chácara Flora 1ª PDV	348,97	81	178	0,23	0,74	0,97
Chácara Flora 2ª PDV	402,43	70	130	0,17	0,5	0,67
São Bernardo Campo 1ª PDV	272,10	55	217	0,2	1,0	1,2
São Bernardo Campo 2ª PDV	273,73	49	154	0,18	0,74	0,92
Itaim Paulista 1ª PDV	535,66	466	782	0,87	1,46	2,33
Itaim Paulista 2ª PDV	589,43	352	562	0,60	0,95	1,55

Fonte: Autor.



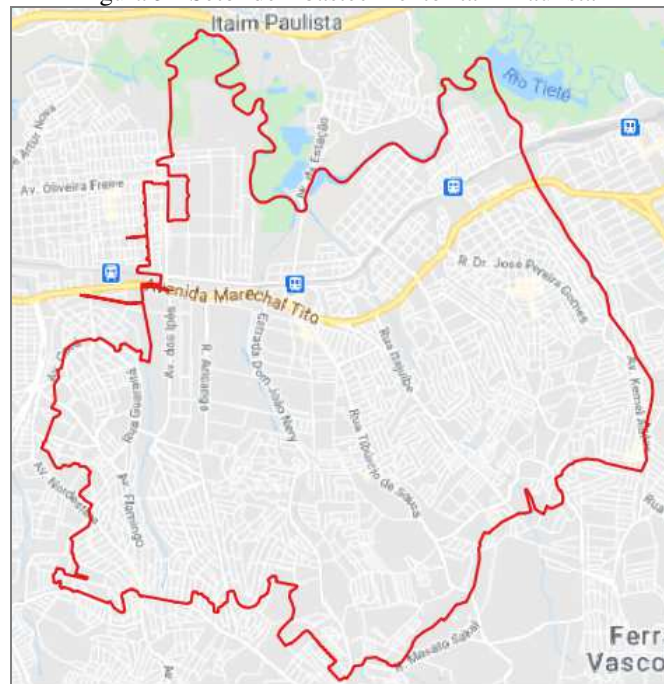
MATERIAS E MÉTODOS

- **Caracterização e dados da área de estudo**

O Setor de Abastecimento Itaim Paulista, Figura 3, se localiza no extremo leste do Município de São Paulo, compreendendo as categorias: residenciais, comerciais, mistas e industriais. Possui um alto índice de perdas devido às características físicas das redes de distribuição, ocupação urbana densamente povoada, inclusive com a incidência de áreas irregulares.

O setor de abastecimento Itaim Paulista possui uma área aproximada de 25,48 km², abastecendo uma população de aproximadamente 416 mil habitantes por meio de 586 km de redes de distribuição e 125.872 ligações.

Figura 3 - Setor de Abastecimento Itaim Paulista



Fonte: Autor.

A pesquisa de vazamentos no Setor Itaim Paulista foi realizada em 2,6 vezes a extensão total de redes de abastecimento do setor, através do cadastro de redes disponibilizado pela Sabesp, totalizando 1.520,37 km, conforme fotos apresentadas na Figura 4 e Figura 5, e os dados apresentados na Tabela 2.

Figura 4 - Fotos de vazamentos e reparos realizados no setor Itaim Paulista.



Fonte: Autor.

Figura 5 - Fotos das pesquisas de vazamentos realizadas no setor Itaim Paulista.



(a) Pesquisa de vazamento - haste de escuta



(b) Pesquisa de vazamento - Geofone eletrônico

Fonte: Autor.

Tabela 2. Dados levantados nas pesquisas de vazamento realizadas no setor Itaim Paulista

Mês/Ano	Campanha	Extensão (km)	VNV	VV	VNV/km	VV/km	VT/km
jun/20	1ª	72,00	166	81	2,31	1,13	3,43
jul/20	1ª	34,00	61	47	1,79	1,38	3,18
ago/20	1ª	36,00	43	52	1,19	1,44	2,64
set/20	1ª	37,00	50	68	1,35	1,84	3,19
out/20	1ª	48,57	77	45	1,59	0,93	2,51
nov/20	1ª	62,17	116	48	1,87	0,77	2,64
dez/20	1ª	51,62	90	23	1,74	0,45	2,19
jan/21	1ª	72,10	77	43	1,07	0,60	1,66
fev/21	1ª	122,20	102	59	0,83	0,48	1,32
Total 1ª PDV		535,66	782	466	1,46	0,87	2,33
mar/21	2ª	88,14	95	43	1,08	0,49	1,57
abr/21	2ª	103,86	114	75	1,10	0,72	1,82
mai/21	2ª	107,40	120	45	1,12	0,42	1,54
jun/21	2ª	97,62	92	88	0,94	0,90	1,84
jul/21	2ª	83,92	53	45	0,63	0,54	1,17
ago/21	2ª	108,49	88	56	0,81	0,52	1,33
Total 2ª PDV		589,43	562	352	0,95	0,60	1,55
set/21	3ª	166,34	79	61	0,47	0,37	0,84
out/21	3ª	228,94	75	52	0,33	0,23	0,55
Total 3ª PDV		395,28	154	113	0,39	0,29	0,68
Total Geral		1.520,37	1.498	931	0,99	0,61	1,60

Fonte: Autor.



Já na Tabela 3 a seguir, estão apresentados os dados históricos das vazões distribuídas e micromedidas para o sistema de abastecimento de água Itaim Paulista, levantados pelo SGP – Sistema de Gestão de Perdas da SABESP e pelo SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, apurados nos 12 meses referentes ao *baseline* do contrato e os 18 meses de execução de pesquisa de vazamentos e implantação de melhorias.

Tabela 3. Dados dos volumes do setor Itaim Paulista

Tabela de monitoramento de VD, VM e VP - Itaim Paulista - CT 03.971/19							
Mês	Ref.	Volume Disponibilizado (m³)	Volume Não Consumido (m³)	Volume Micromedido (m³)	Volume de Perdas (m³)	Média de VP durante a Base Line (m³)	Volume Recuperado (m³)
abr/19	Base Line	3.098.075	422.711	1.638.324	1.037.040	1.243.707	
mai/19		3.109.808	436.801	1.572.940	1.100.067		
jun/19		3.051.052	422.711	1.541.078	1.087.263		
jul/19		3.257.336	436.801	1.529.266	1.291.269		
ago/19		3.275.772	436.801	1.545.702	1.293.269		
set/19		3.227.232	422.711	1.582.753	1.221.768		
out/19		3.445.341	436.801	1.624.296	1.384.244		
nov/19		3.242.233	422.711	1.619.762	1.199.760		
dez/19		3.486.518	436.801	1.623.892	1.425.825		
jan/20		3.518.462	436.831	1.622.667	1.458.964		
fev/20		3.161.447	409.553	1.646.376	1.105.518		
mar/20		3.521.238	439.601	1.762.145	1.319.492		
abr/20	0º mês implantação	3.454.444	422.711	1.794.888	1.236.845	1.243.707	-6.862
mai/20	1º mês implantação	3.464.176	436.801	1.771.206	1.256.169	1.243.707	12.462
jun/20	2º mês implantação	3.370.260	451.444	1.773.671	1.145.145	1.243.707	-98.562
jul/20	3º mês implantação	3.524.869	473.820	1.708.624	1.342.425	1.243.707	98.718
ago/20	4º mês implantação	3.435.789	525.511	1.710.072	1.200.206	1.243.707	-43.501
set/20	5º mês implantação	3.397.845	501.326	1.771.390	1.125.129	1.243.707	-118.578
out/20	6º mês implantação	3.343.100	453.809	1.784.007	1.105.284	1.243.707	-138.423
nov/20	7º mês implantação	3.130.454	442.285	1.722.947	965.222	1.243.707	-278.485
dez/20	8º mês implantação	3.285.523	462.700	1.754.589	1.068.234	1.243.707	-175.473
jan/21	9º mês implantação	3.359.799	447.226	1.760.694	1.151.879	1.243.707	-91.828
fev/21	10º mês implantação	3.086.052	402.283	1.761.197	922.572	1.243.707	-321.135
mar/21	11º mês implantação	3.409.722	454.140	1.732.304	1.223.278	1.243.707	-20.429
abr/21	12º mês implantação	3.184.553	439.431	1.737.516	1.007.606	1.243.707	-236.101
mai/21	13º mês implantação	3.208.162	455.364	1.735.584	1.017.214	1.243.707	-226.493
jun/21	14º mês implantação	3.119.790	442.842	1.630.641	1.046.307	1.243.707	-197.400
jul/21	15º mês implantação	3.083.627	438.638	1.633.465	1.011.524	1.243.707	-232.183
ago/21	16º mês implantação	3.130.048	439.264	1.636.040	1.054.744	1.243.707	-188.963
set/21	17º mês implantação	3.065.223	426.216	1.667.466	971.541	1.243.707	-272.166
out/21	18º mês implantação	3.111.982	441.567	1.631.873	1.038.542	1.243.707	-205.165

Fonte: Adaptado SGP (Sabesp).

A metodologia consistiu nas seguintes etapas:

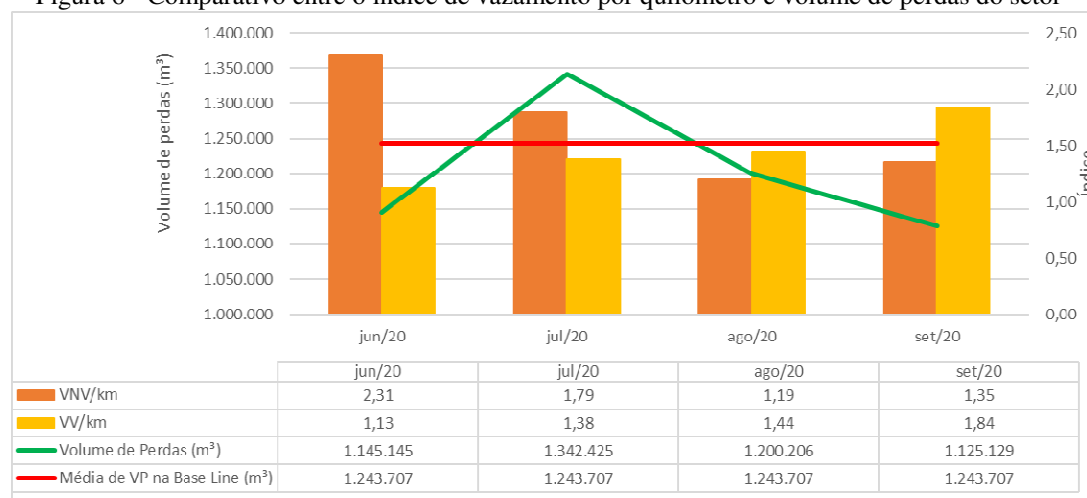
1. Compilar os dados dos vazamentos identificados e reparados durante as campanhas de pesquisa de vazamentos realizada utilizando os equipamentos de detecção acústica.
2. Compilar os dados de volumes distribuídos e micromedidos ao longo do período de implantação das ações do contrato de performance e comparar com os respectivos volumes referentes ao *baseline* contratual (12 meses que antecederam a Autorização de Serviço – AS).
3. Identificar e quantificar efetivamente os volumes recuperados, com a finalidade de analisar as economias atingidas através das ações realizadas no setor de abastecimento.
4. Analisar se as economias alcançadas resultaram em ganhos significativos com a redução das perdas físicas do setor e consequentemente redução no volume distribuído, aumentando a eficiência do sistema de abastecimento e preservação dos recursos.

RESULTADOS OBTIDOS

Para o cálculo da recuperação de perdas associada somente a pesquisa e reparo de vazamentos foi considerado apenas os meses de junho a setembro/2020, pois a partir daí entraram outras ações ao combate de perdas, como a redução de pressão e substituição/implantação de redes.

Analisando a Figura 6, observa-se que o volume de perdas do Setor Itaim Paulista fica abaixo da média observada na *baseline* indicando o retorno das ações de pesquisa e reparo de vazamentos no setor.

Figura 6 - Comparativo entre o índice de vazamento por quilômetro e volume de perdas do setor

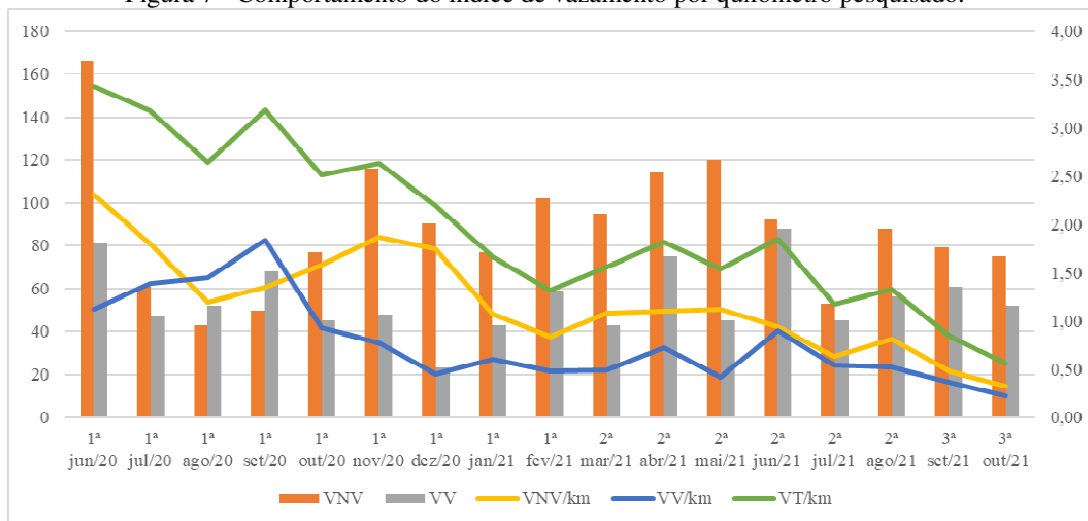


Fonte: Autor.

Desta forma, conforme os dados apresentados, durante a primeira campanha de pesquisa e reparos de vazamentos foi possível estimar a recuperação média de 40.480 m³ por mês, ou seja, um total de 161.921 m³ no período.

Através dos dados levantados durante todo o período de pesquisa de vazamentos, foi possível observar a queda do índice de vazamentos por quilômetros pesquisados, conforme Figura 7, comprovando a eficiência das ações realizadas em conjunto, pesquisa e reparo de vazamentos, gerenciamento das pressões e da infraestrutura.

Figura 7 - Comportamento do índice de vazamento por quilômetro pesquisado.



Fonte: Autor.

CONCLUSÃO

Frente ao exposto, é possível concluir que a pesquisa de vazamento é um pilar importante no combate as perdas reais do sistema de abastecimento de água.

A economia média obtida através da primeira varredura, de 40.480 m³ por mês, mostra significativamente os resultados obtidos quando bem aplicada concomitantemente aos respectivos reparos.

Cabe destacar a importância de manter a pesquisa de vazamento constante nos setores de abastecimento, uma vez que apesar dos dados estatísticos apresentarem redução dos indicadores de vazamentos, a quantidade de vazamentos encontrado foi expressivo, impactando diretamente na eficiência dos sistemas de abastecimento de água.

Por fim, com a economia obtida através das ações de pesquisa e reparos de vazamentos é possível comprovar uma relação direta entre a economia e o aumento da disponibilidade hídrica para atendimento da população, ampliando assim a eficiência operacional e preservação dos recursos hídricos, evitando desperdícios dos recursos, que devem ser usados racionalmente.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Redução de perdas em sistemas de abastecimento de água**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. 2. ed. – Brasília, 2014.
2. GAMBOA, Maria Mercedes Medina *et al.* **Deteção de vazamentos em redes de distribuição de água para abastecimento: Estado da Arte**. In XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió/AL. 20 p. apud Secretaria Nacional do Saneamento Ambiental (SNSA), 2010.
3. GENTIL, Bruno Borges *et al.* **Priorização da Pesquisa de Vazamentos Através da Gestão das Vazões Mínimas Noturna**. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 30., 2019, Rio Grande do Norte. Abes, 2019. p. 1-16.
4. KUSTERKO, Sheila. **Avaliação de Desempenho em Saa**, Florianópolis, v. 3, n. 23, p. 615-626, jul. 2018.
5. MELATO, Débora Soares. **Discussão de uma metodologia para diagnóstico e ações para redução de perdas de água: aplicação no sistema de abastecimento de água da região Metropolitana de São Paulo**/ D.S. Melato – ed. Ver. - São Paulo, 2010. 133 p. apud TARDELLO FILHO, 2004



6. MORAIS, Danielle Costa *et al.* **Priorização de Áreas de Controle de Perdas em Redes de Distribuição de Água.** 2010. Departamento de Engenharia de Produção Universidade Federal de Pernambuco (UEPE). Recife/PB apud LAMBERT & HIRNER, 2000.
7. SANTOS, Erivelton Bortoli dos. **Avaliação do gerenciamento de perdas de água por vazamento em municípios de médio porte.** 2007. 187 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/11838/AVALIA%C3%87%C3%83O%20DO%20GERENCIAMENTO%20DE%20PERDAS%20DE%20%C3%81GUA%20POR%20VAZAMENTOS%20EM%20MUNIC%C3%8DPIOS%20DE%20M%C3%89DIO%20PORTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 abr. 2021.
8. SILVA JÚNIOR, João Ferreira da. **Deteção de Perdas em Sistema de Distribuição de Água Através de Rede de Sensores Sem Fio.** 2017. 167 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica., Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.