

I-010 – FATORES QUE INFLUENCIAM NO TEMPO DE REPARO DOS VAZAMENTOS EM UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (ESTUDO DE CASO)

Andréia Senna Soares⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Engenheira na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Ramon Lucas Dalsasso

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Doutor em Engenharia Ambiental pela mesma universidade. Pesquisador do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Felipe Gustavo Trennepohl

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Engenheiro na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Endereço⁽¹⁾: Rua Quinze de Novembro, 230 – Balneário do Estreito – Florianópolis – SC CEP: 88075-220 – Brasil – Tel (48) 3221-5763 – e-mail: asoares@casan.com.br

RESUMO

Os sistemas de abastecimento de água tem como objetivo a prestação de um serviço público fundamental para a saúde e o bem estar da população. A cobertura por acesso a água potável canalizada vem crescendo gradativamente, contudo as questões de qualidade de serviço ainda são um problema. No ano de 2013, o índice nacional de perdas de água foi de 37%, ou seja, de toda a água tratada, mais de um terço é desperdiçada. O componente do sistema onde acontece o maior número de vazamentos é nos ramais prediais, estima-se que entorno de 70% a 90% do número total de ocorrências. E em termos de volume de água perdido a maior incidência é nas redes de distribuição.

Mediante ao exposto, o presente trabalho avaliou, através dos históricos das autorizações de serviço “AS” de conserto de rede de água e ramal predial para os anos de 2012 e 2013, causas de ocorrências de vazamentos e tempo de reparo em 5 setores do Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) localizado na cidade de Florianópolis/SC.

Através da aplicação de indicadores de desempenho foi possível verificar os setores que apresentaram o maior número de vazamentos e por meio de mapas temáticos a localização das ruas com essa maior incidência. Foi feito também a comparação com mapa de faixas de pressão de rede, sendo essa a possível causa principal para a frequência nas ocorrências.

Também foi possível avaliar o tempo médio para a execução dos serviços, desde a primeira solicitação até a conclusão do mesmo. O principal fator de causa relatado para a variação nesse tempo é a distância em relação à base de saída dos instaladores hidráulicos. Considerando todos os setores, o tempo médio de reparo de vazamento em ramal é quase 8 horas maior que o conserto de rede. A principal causa levantada foi a priorização dos serviços de rede.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de abastecimento de água, vazamentos, indicadores de desempenho, tempo de reparo.

INTRODUÇÃO

As perdas em um sistema de abastecimento de água são responsáveis por grande parte do consumo de água de mananciais. Estimativas conservadoras apontam que o mundo perde, atualmente, em seus sistemas, 1/3 de toda a água tratada (PINTO, 2012, p. 355). Associado a isso, tem-se o crescimento populacional, melhorias da qualidade de vida e o desenvolvimento das cidades que demandam ampliação crescente no fornecimento de água potável.

As alternativas para disponibilizar maior quantidade de água para população, além de campanhas para o uso racional da água, são: a ampliação dos sistemas existentes que nem sempre é possível por causa do alto custo e escassez dos recursos hídricos e a outra opção é a redução dos índices de perdas nos sistemas de abastecimento de água (REIS; CHEUNG, 2007, p. 69).

De acordo com Tsutiya (2006, p. 432) as etapas do sistema de abastecimento de água da captação até a reservação recebem, normalmente, mais atenção das equipes de operação, por estarem espacialmente mais concentradas, e também, são mais visíveis e visitadas. Já as redes de distribuição de água e os ramais prediais estão enterrados e dispersos pela cidade e às vezes de difícil acesso, por isso não recebem a devida atenção. No entanto, estas últimas partes, se encontram mais próximo do consumidor, por isso, devem merecer especial atenção, em particular no que se refere à qualidade da água e perdas por vazamentos.

Lambert (2001 p. 8) apresenta 4 ações para a redução, significativa, do volume de perdas reais de água em um sistema de abastecimento: (i) controle da pressão do sistema (aumento ou diminuição da pressão); (ii) controle ativo de fugas para localizar vazamentos não visíveis; (iii) velocidade e qualidade nos reparos e (iv) gestão da infraestrutura.

De acordo com a NBR 12218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, a pressão estática máxima recomendada é de 50 m.c.a (ABNT, 1994), em virtude da resistência das tubulações e controle das perdas de água. Algumas redes de distribuição e ramais prediais são de materiais plásticos, polietileno ou PVC, cujos orifícios, rachaduras ou trincas variam sua abertura em razão da carga piezométrica. Desse modo, quanto maior a pressão, maior a área do furo, e mais significativa é a vazão perdida no vazamento (TARDELLI FILHO, 2006, p. 471).

Os programas de controle ativos de fugas, ou seja, detecção e reparo de vazamentos, devem ser implementados com a finalidade de proteger a água de contaminações e de prevenir qualquer deterioração na eficiência hidráulica da rede (ABNT, 2012, p.24).

Em relação a velocidade e qualidade nos reparos, Lambert (2001, p. 19) acrescenta que os reparos nas redes de água devem ser realizados em um curto intervalo de tempo e com qualidade para que o vazamento não retorne e tenha-se retrabalho e também considerando a imagem da empresa perante a população. Segundo Tardelli Filho (2006, p. 496) as metas relativas ao intervalo de tempo entre o conhecimento do vazamento e o conserto do mesmo são variáveis em cada lugar. Em companhias de saneamento com boa gestão operacional, os tempos normalmente adotados variam de 10 e 24 horas.

Em consonância, a ABNT (2012 p. 26) recomenda que todos os funcionários de uma prestadora de serviço sejam qualificados para as tarefas a serem executadas. Para isso, convém que a gestão de recursos humanos da empresa seja responsável pelo fornecimento de treinamento e instruções adequados e suficientes para manter a qualificação dos funcionários. Ainda a ABNT (2012, p. 48) acrescenta sobre o dimensionamento das equipes, que o número de funcionários para cada atividade corresponda ao tipo e tamanho do serviço a ser realizado.

As maiores deficiências observadas hoje em sistemas de abastecimento de água estão relacionadas com a deterioração dos sistemas antigos em virtude de falta de manutenção e recuperação, em particular na distribuição de água com tubulações antigas apresentando problemas de rompimentos e vazamentos. Segundo a Companhia de Saneamento Básico do estado de São Paulo (SABESP) (2014) 51% das redes de água da cidade de São Paulo tem mais de 30 anos de uso no qual aumenta os casos de vazamentos.

A utilização de indicadores de desempenho (ID) pelas empresas de saneamento é uma ferramenta valiosa para diagnosticar, planejar, operar e reabilitar sistemas de distribuição de água (SILVA, 2003, p. 8). Ademais, constituem um instrumento fundamental de informar a todos os interessados sobre os níveis de serviço prestado ao longo do tempo (MOLINARI, 2006, p. 56). Para Silva e Sobrinho (2006, p. 145), os indicadores de desempenho tem como finalidade também subsidiar estratégias para estimular a expansão e a modernização da infraestrutura, de modo a buscar a sua universalização e a melhoria dos padrões de qualidade.

Este trabalho tem o objetivo de avaliar, através dos históricos das autorizações de serviço “AS” de conserto de rede de água e ramal predial, causas de ocorrências de vazamentos e tempo de reparo, em 5 setores do Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) operado pela Companhia Catarinense de Águas e

Saneamento (CASAN) localizado na cidade de Florianópolis/SC. O estudo correlaciona através de mapas temáticos, a localização das ocorrências em função de pressão e idade de rede, e aplica indicadores de desempenho comparando cada setor.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO E OBTENÇÃO DOS DADOS

A área em estudo está localizada na cidade de Florianópolis/SC e é atendida pelo Sistema de Abastecimento Costa Sul Leste (SCSL) operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). O sistema foi dividido em 5 setores, compreendendo os distritos de Armação do Pântano do Sul (Setor 1), Ribeirão da Ilha e Tapera (Setor 2), Campeche e Rio Tavares (Setor 3), Lagoa da Conceição (Setor 4) e Barra da Lagoa (Setor 5), conforme mostrado na Figura 1. O número de ligações de água, número de economias, população total atendida e comprimento de rede principal (diâmetros de 150 mm a 400 mm) de cada setor para os anos de 2012 e 2013 podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados de nº de ligações, nº de economias, população total atendida de dezembro de 2012 e 2013 e comprimento de rede principal para cada setor de estudo.

Setor	Nº de ligações de água		Nº de economias		População total atendida		Comprimento de rede (m)
Ano	2012	2013	2012	2013	2012	2013	
1	1.168	1.227	1.338	1.430	3.610	3.826	8.532
2	7.545	7.994	8.450	9.034	23.322	24.926	23.876
3	8.152	8.717	10.627	11.598	28.860	31.402	46.969
4	3.387	3.521	5.125	5.371	12.243	12.413	21.423
5	1.838	1.907	2.687	2.786	6.008	6.236	4.507

Fonte: CASAN (2013); CASAN (2013a).

A água destinada ao abastecimento dos setores citados é fornecida pela Estação de Tratamento de Água (ETA) Lagoa do Peri, localizada próxima do manancial de mesmo nome, ilustrado na Figura 1. A vazão média de tratamento nos anos de 2012 e 2013 foram de 214 e 185 l/s respectivamente. Além da lagoa, 10 poços podem substituir ou incrementar a vazão de abastecimento em até 100 l/s, contudo, apenas 3 poços funcionam eventualmente na alta temporada de verão (CASAN 2013).

O sistema SCSL possui 3 reservatórios de jusante (R1, R2 e R3) e um reservatório de montante (R4), detalhados quanto a sua localidade, capacidade e cota topográfica na Tabela 2 e Figura 1. O recalque de água tratada a partir da ETA Lagoa do Peri é feito pela estação de recalque (ERAT 1). Ao longo do sistema de abastecimento de água existem outros dois recalques, um para o distrito da Lagoa da Conceição (ERAT 2) e outro para o reservatório da Barra da Lagoa (ERAT 3), único reservatório de montante no sistema (Figura 1).

Tabela 2 – Localidade, capacidade e cota topográfica dos reservatórios.

Reservatório	Localidade	Capacidade (m³)	Cota topográfica (m)
1	Morro das Pedras	5.000	69
2	Ribeirão da Ilha	1.000	53
3	Canto da Lagoa	2.000	72
4	Barra da Lagoa	1.000	78

Fonte: CASAN (2013a).

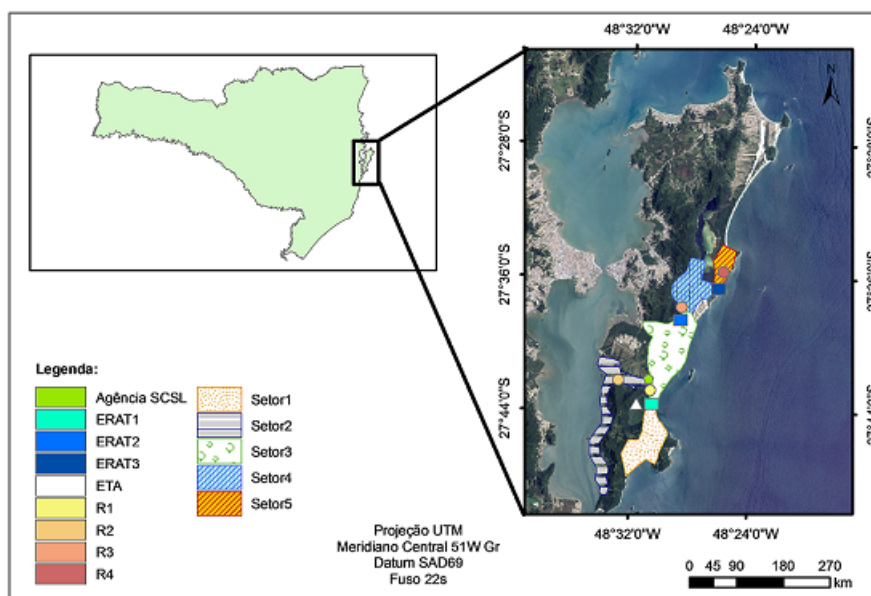


Figura 1 – Localização das áreas de estudo (setores), ERAT, ETA e Reservatórios.

As autorizações de serviço “AS” são geradas no Sistema Comercial Integrado (SCI) da empresa e possuem informações tais como: protocolo de atendimento composto por data, horário e matrícula do atendente; código do serviço a ser executado; logradouro; matrícula do cliente; número do hidrômetro e informações adicionais. Após a execução das “AS”, as equipes de campo retornam para o setor operacional de água (SEOPA) com anotações da hora de início e término do serviço, material utilizado, matrícula dos responsáveis pela execução do serviço e quilometragem do carro.

A Tabela 3 mostra a quantidade de “AS” de conserto de rede até diâmetro (ϕ) 100 mm, ϕ maiores que 150 mm e conserto de ramal predial (RP). Também é apresentado o tempo total de execução dos serviços em redes e ramais prediais. Para este trabalho as “AS” são referentes aos anos de 2012 e 2013.

Tabela 3 – Quantidade de “AS” de conserto de rede até ϕ 100 mm, ϕ maiores que 150 mm, conserto de ramal predial e tempo total de execução dos serviços para os anos de 2012 e 2013.

Setor	RP		ϕ até 100mm		$\phi > 150$ mm		Tempo de reparo redes (horas)		Tempo de reparo RP (horas)	
Ano	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
1	63	77	23	8	19	13	353	170	1.235	1.663
2	317	319	69	59	43	41	1.549	1.573	7.162	8.729
3	547	504	136	101	29	31	1.533	1.775	8.056	10.862
4	185	190	51	36	9	16	719	1.272	4.953	4.699
5	144	146	41	34	8	3	781	1.055	2.840	4.222

CALCULO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO (ID)

Os ID selecionados são da lista de indicadores da IWA (*International Water Association*) (ALEGRE, et al., 2004) e do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento) (BRASIL, 2014) e são referentes à operação de sistemas de abastecimento de água:

Op31 – avarias em redes de abastecimento de água (IWA);

Op32 – avarias em ramais prediais (IWA);

IN₀₈₃ – duração média dos serviços executados (SNIS).

A descrição detalhada das fórmulas utilizadas no cálculo de cada ID é apresentada nas equações 1 a 3.

$$Op31 = \frac{\frac{D28 \times 365}{H1}}{C8} \times 100$$

(Equação 1)

Sendo: Op31 – avarias em redes de abastecimento de água (nº/100 km/ano); D28 – avarias em redes (nº); H1 – duração do período de estudo (dia); C8 – comprimento da rede (Km).

Observação: a variável D28 considera avarias em válvulas e acessórios, no entanto, para esse trabalho será considerado apenas avarias que ocorreram nas redes de abastecimento de água e redes superiores a 150 mm devido possuir apenas os dados de comprimento de rede para esses diâmetros.

$$Op32 = \frac{\frac{D29 \times 365}{H1}}{C24} \times 1000$$

(Equação 2)

Sendo: Op32 – avarias em ramais (nº/1000 ramais/ano); D29 – avarias em ramais (nº); C24 - número de ramais (nº).

$$IN_{083} = \frac{QD025}{QD024}$$

(Equação 3)

Sendo: IN₀₈₃ – duração média dos serviços executados (hora/serviço); QD025 – tempo total de execução dos serviços (horas); QD24 – quantidade de serviços executados (nº).

Observação: A variável QD025 representa a quantidade total anual de horas despendida no conjunto de ações para execução dos serviços, desde a primeira reclamação ou solicitação até a conclusão do serviço.

ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS

Através das informações de endereço contida nas “AS” e cadastro técnico, foram elaborados mapas temáticos com o auxílio do Software ArcGis 10.1. Com o conhecimento das cotas máximas dos reservatórios, pressão média de saída da ERAT 1 (70 m.c.a) e cotas topográficas da área em estudo foi elaborado um mapa temático de pressão estática máxima do sistema. As pressões no mapa são classificadas por faixas, sendo, na cor branca (menor que 10 m.c.a), na cor verde (10 a 30 m.c.a), na cor amarela (31 a 50 m.c.a) e na cor vermelha (maior que 51 m.c.a).

Ademais, para cada setor de estudo, foram feitos mapas mostrando as ruas com vazamentos de rede e ramal. Os vazamentos de rede foram classificados com cores, sendo, ruas na cor verde (1 a 5 vazamentos no período de 2012 a 2013), na cor amarela (6 a 14 vazamentos), na cor vermelha (15 a 29 vazamentos), na cor vermelha escura (maior que 30 vazamentos) e na cor preta não houve vazamentos no período supracitado. Os vazamentos de ramais devido a grande quantidade em uma rua foram classificados de forma diferente. As ruas mostradas na cor verde (6 a 14 vazamentos em ramais), na cor amarela (15 a 29 vazamentos), na cor vermelha (30 a 49 vazamentos), na cor vermelha escura (maior que 50 vazamentos) e na cor preta as ruas que apresentaram de zero a 5 vazamentos de ramais em uma rua.

DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

O diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa mostra a relação entre as características (problemas ou efeitos) e os fatores de causa (ISHIKAWA, 1993). É uma ferramenta utilizada para explorar todas as causas raiz que resultam em um determinado efeito. Para esse estudo foram utilizados os problemas relacionados nos indicadores de desempenho (vazamentos em redes e ramais e tempo de reparo) e a análise das causas potenciais dos efeitos foram direcionados a comparação entre setores, com a pressão estática máxima e idade de rede principal, além de conversas com o setor operacional da empresa.

RESULTADOS

INDICADORES DE DESEMPENHO

O cálculo do indicador de desempenho (ID) Op31 – avarias em redes ($\phi > 150\text{mm}$) de abastecimento de água com os dados somados de 2012 e 2013 mostrou que os setores que apresentaram um maior número de vazamentos são os setores 1, 2 e 5, sendo iguais a 188, 176 e 122 avarias por 100 quilômetros de rede respectivamente. Valores maiores do que para toda a área em estudo (SCSL) que foi de 101 avarias por 100 quilômetros de rede. O setor 5 também apresentou o maior número de avarias em ramais prediais - Op32 igual a 76 para cada 1000 ramais, sendo que para todo o sistema (SCSL) foi de 53 avarias para cada 1000 ramais, conforme cálculo mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados do cálculo de ID para cada setor de estudo e para o SCSL como um todo para os anos de 2012 e 2013 (juntamente).

Setor	Op31 (nº/100km/ano)	Op32 (nº/1000 ramais/ano)	IN ₀₈₃ – rede (horas/serviço)	IN ₀₈₃ – ramal (horas/serviço)
1	188	57	8,31	20,70
2	176	40	14,73	24,98
3	64	60	11,14	18,00
4	58	53	17,78	25,74
5	122	76	21,34	24,35
SCSL	101	53	14,00	21,84

A NBR 24.512 - Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviço de água e para avaliação dos serviços de água potável (ABNT, 2012, p.13) recomenda que os prestadores estabeleçam critérios de avaliação dos serviços relacionados aos objetivos da empresa. Assim, a aplicação de indicadores de desempenho (ID) constitui uma ferramenta eficaz para a gestão de uma empresa de saneamento. O estabelecimento de metas de desempenho, interpretação e avaliação dos ID podem ser feitos através da comparação entre setores de uma mesma empresa, entre diferentes épocas do progresso da empresa, ou ainda, a empresa pode ser comparada com outras de mesma atividade, este processo de comparação é denominado *benchmarking* (MOLINARI, 2006, p. 57).

Mediante ao exposto, como referência nacional foi consultada, diretamente, a prestadora de serviço da cidade de Joaçaba/SC, Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto (SIMAE). Para o ano de 2013, a empresa apresentou os ID Op31 e Op32 iguais a 104 avarias por 100 quilômetros de rede e 34,5 avarias para cada 1000 ramais respectivamente (FLEMING, 2014). A *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas* (ADERASA), no último relatório referente ao ano de 2011, apresenta o ID Op31 com maior resultado para a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) igual a 963 avarias por 100 quilômetros de rede. Outra empresa brasileira que mostrou resultados no relatório para esse indicador foi a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) com um valor igual a 153 avarias para cada 100 quilômetros de rede.

Várias entidades internacionais publicam o desempenho do sistema de abastecimento de água com base no uso de indicadores. A *Water Services Association of Australia* (WSAA, 2013), no relatório publicado no ano de referência 2011-12, para o ID Op31 apresentou um valor mínimo de zero e máximo de 56 avarias por 100 quilômetros de rede diferindo conforme a prestadora de serviço no país. Segundo o relatório, o valor é influenciado pelo tipo de solo, ocorrências de chuvas, material e idade da tubulação e condições operacionais do sistema. O relatório de serviços de águas e resíduos de Portugal, para o ano de 2012, mostra o ID Op31 com valor médio para o país de 49 e máximo de 395 avarias por 100 quilômetros de rede. Segundo uma avaliação da entidade valores entre 30 e 60 são considerados de qualidade de serviço mediano e acima de 60 são com qualidade de serviço insatisfatória (ERSAR, 2013).

Com base nos dados apresentados, considerando o ID Op31, o setor 4 é o único considerado de qualidade de serviço mediano segundo a ERSAR (2013) e com valor próximo ao máximo de avarias apresentada na Austrália. Os outros setores de estudo são avaliados como de qualidade de serviço insatisfatória de acordo com a referência. Os setores 1 e 2, na qual mostraram os maiores valores para o ID Op31, estão um pouco acima das referências nacionais SIMAE e COMPESA, no entanto, bem abaixo da COPASA que apresentou um número 5

vezes maior de avarias para cada 100 quilômetros de rede. Quanto ao ID Op32, todos os setores de estudo apresentaram um valor calculado maior do que a referência mostrada do SIMAE.

Em relação à duração média dos serviços de conserto de redes (desde a primeira solicitação até a conclusão do serviço) – IN_{083} (horas/serviços) (Tabela 4), aponta que o setor que possui o menor tempo de duração dos vazamentos é o setor 1, 8,31 horas/serviço, possivelmente, porque esse setor está próximo da agência costa sul leste – base de saída dos instaladores hidráulicos (Ver Figura 1). Já o setor 5, apresenta a maior duração, 21,35 horas/serviço, sendo esse o setor mais distante. Conforme citado anteriormente, Tardelli Filho (2006, p. 496) considera que uma boa gestão operacional um tempo de reparo de até 24 horas.

Já a duração média de conserto de ramais prediais é maior no setor 4 com o ID IN_{083} igual a 25,74 horas/serviço, mas com tempos semelhantes nos setores 2 e 5 com 24,98 e 24,35 horas/serviço. No geral, a duração média dos serviços de conserto de ramal é maior do que de rede, certamente, devido à priorização dos serviços de rede, pois um vazamento de ramal possui menor volume de água perdido, menor o transtorno para a população com falta de água e também considerando a imagem da empresa perante a população.

O SNIS apresenta o calculo do ID IN_{083} para algumas cidades brasileiras, no entanto, são considerados os serviços executados no sistema de abastecimento de água, esgotamento sanitário e serviços comerciais juntamente, dificultando a comparação entre os diferentes serviços de uma empresa de saneamento (BRASIL, 2014).

MAPAS TEMÁTICOS

A pressão de serviço na rede de distribuição de água é o parâmetro operacional mais importante na vazão dos vazamentos e na frequência de sua ocorrência. A Figura 2 mostra o mapa temático de pressão estática máxima nas redes de água em cada setor estudo. Predominantemente, Os 5 setores possuem uma pressão estática máxima maior que 50 m.c.a. O setor 2 é a região que apresenta uma maior área de pressão entre 31 e 50 m.c.a e nos outros setores essa pressão é visualizada apenas em ruas com cotas topográficas elevada.

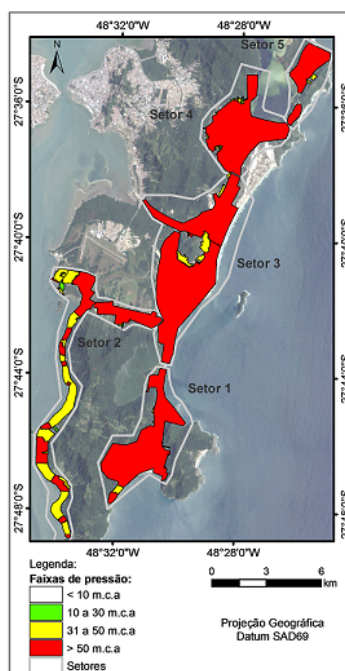


Figura 2 – Pressão estática máxima nos setores de estudo.

O setor 1 apresenta o maior número de vazamentos em redes e ramais na Rod. Francisco Thomas Santos iguais a 22 e 17 vazamentos respectivamente. Nessa rodovia, passa a adutora principal de abastecimento de água do bairro, e conforme citado anteriormente, esse setor possui o maior valor calculado do ID Op31. O setor está localizado próximo a ETA e ERAT1 (ver Figura 1), e não havendo grandes variações nas cotas topográficas, é

submetido a uma pressão estática máxima de entorno de 70 m.c.a. Além disso, como não apresenta reservatório de abastecimento, o setor também é submetido a oscilações de pressão durante os regimes transitórios. A Figura 3 apresenta os mapas temáticos de vazamentos de redes e ramais para esse setor.

A Rod. Baldicero Filomeno, localizada no setor 2, apresentou 107 vazamentos de redes e 158 vazamentos de ramais no período de estudo. Mesmo tendo mais de 20 km de extensão de rodovia com adutoras dos dois lados da rua em alguns trechos, a quantidade de vazamentos é expressiva. Essa rodovia possui adutoras de água assentadas na década de 80 e outras adutoras no final da década de 90. De acordo com relatos do setor operacional da empresa, as maiores ocorrências de vazamentos são nas adutoras assentadas mais recentemente, devido a problemas na obra como presença de solo rochoso e material de baixa qualidade. Os mapas temáticos dos vazamentos de redes e ramais para esse setor é apresentado na Figura 4.

A Figura 5 mostra os mapas temáticos dos vazamentos de redes e ramais para o setor 3. A Rod. SC-405 teve o maior número de vazamentos de rede e ramais, iguais a 25 e 72 respectivamente. Seguindo pela Av. Pequeno Príncipe que apresentou 21 vazamentos de rede e 8 vazamentos de ramais. Em ambas, As adutoras de água assentadas possuem mais de 30 anos, fator relevante para o expressivo número de vazamentos. Também é uma região rochosa, favorecendo para o surgimento de novos vazamentos.

O setor 4 foi o que apresentou o menor valor para o cálculo do ID Op31 e o segundo menor para o ID Op32. Mesmo assim, a R. Laurindo Januário da Silveira apresentou um número significativo de vazamentos, principalmente de ramais igual a 60 e 17 vazamentos de redes. Seguindo pela R. Vereador Osni Ortega com 15 e 21 vazamentos de redes e ramais respectivamente. Nas duas ruas, tem adutoras de água assentadas na década de 80 e no final da década de 90. Ainda, na R. Laurindo Januário da Silveira está localizado o reservatório de jusante 3 com cota topográfica de 72 m.c.a (ver Figura 1). A Figura 6 apresenta os mapas temáticos dos vazamentos de redes e ramais para o setor 4.

O setor 5 é o único abastecido por um reservatório de montante com cota topográfica de 78 m.c.a. Essa região está, praticamente no nível do mar, sendo por isso, submetida a essa pressão máxima. A adutora principal de abastecimento do bairro foi assentada no final da década de 90 na Rod. Jornalista Manoel de Menezes. Essa rodovia foi a que apresentou o maior número de vazamentos de redes e ramais prediais no setor, iguais a 19 e 56 respectivamente. Seguida pela R. Altamiro Barcelos Dutra com 12 vazamentos de rede e 32 vazamentos de ramais. A rede foi assentada nessa rua há mais de 30 anos. Os mapas temáticos de vazamentos de redes e ramais prediais para o setor 5 são mostrados na Figura. 7.

De acordo com observações das equipes de trabalho em campo, o único fator de causa que diferencia um setor de outro em relação aos vazamentos em ramais prediais é a pressão elevada de rede. Ainda esses complementam que a maior incidência dos vazamentos é no colar de tomada, ocasionado, possivelmente, por materiais de baixa qualidade e falta de qualificação técnica para a execução do serviço de instalação do mesmo.

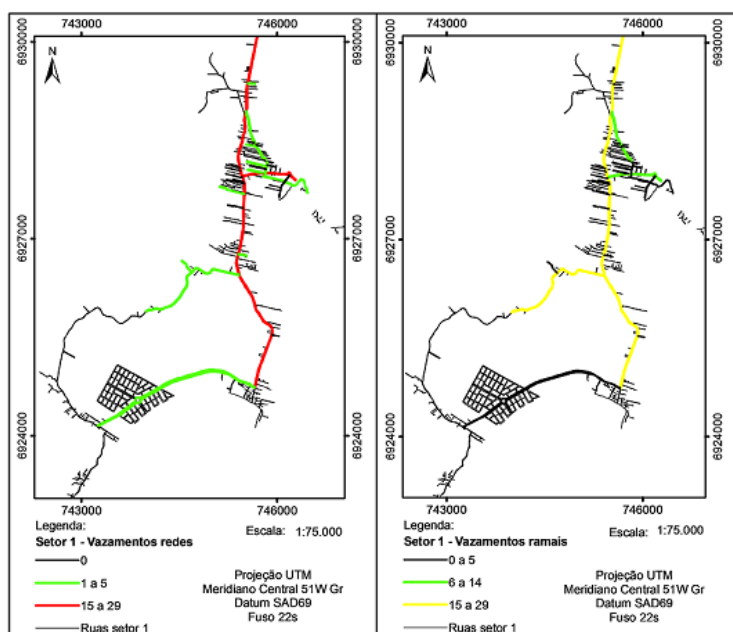


Figura 3 – Vazamentos de redes e ramais prediais no setor 1.

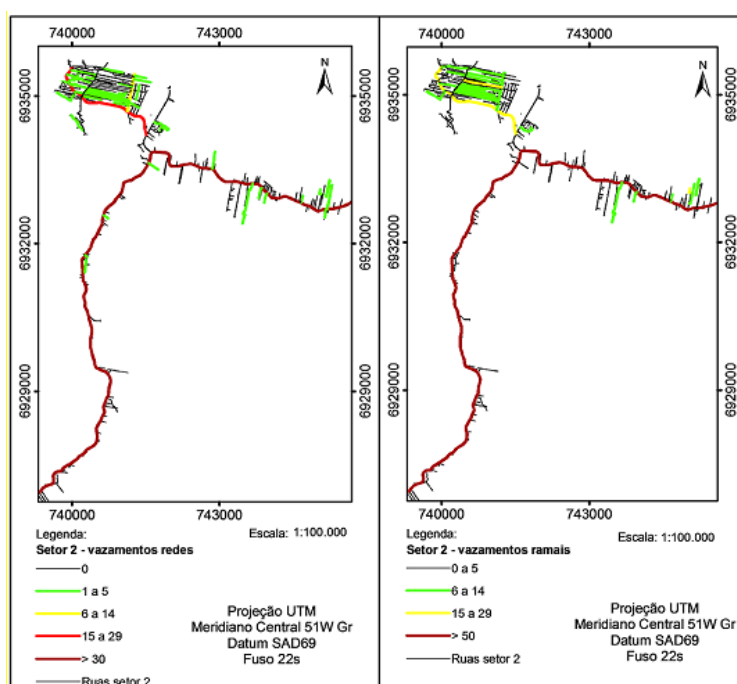


Figura 4 – Vazamentos de redes e ramais prediais no setor 2.

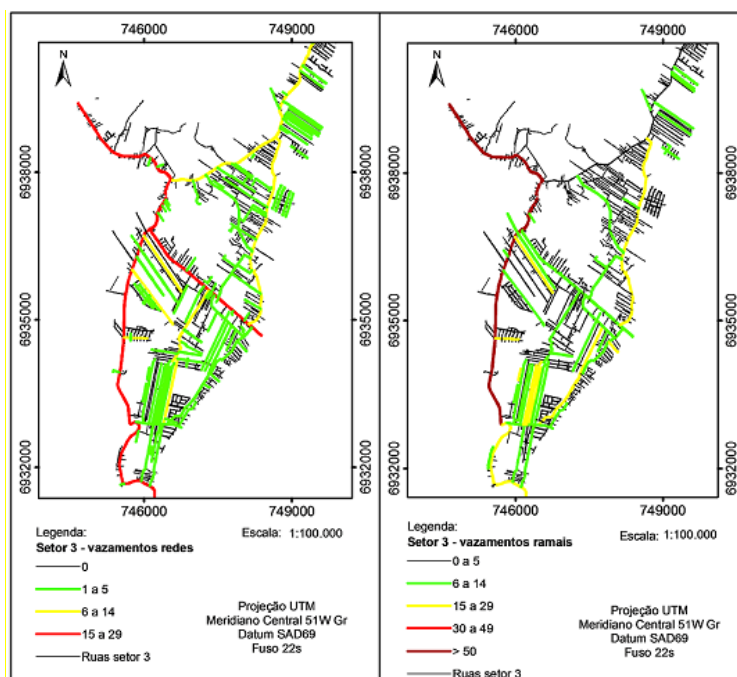


Figura 5 – Vazamentos de redes e ramais prediais no setor 3.

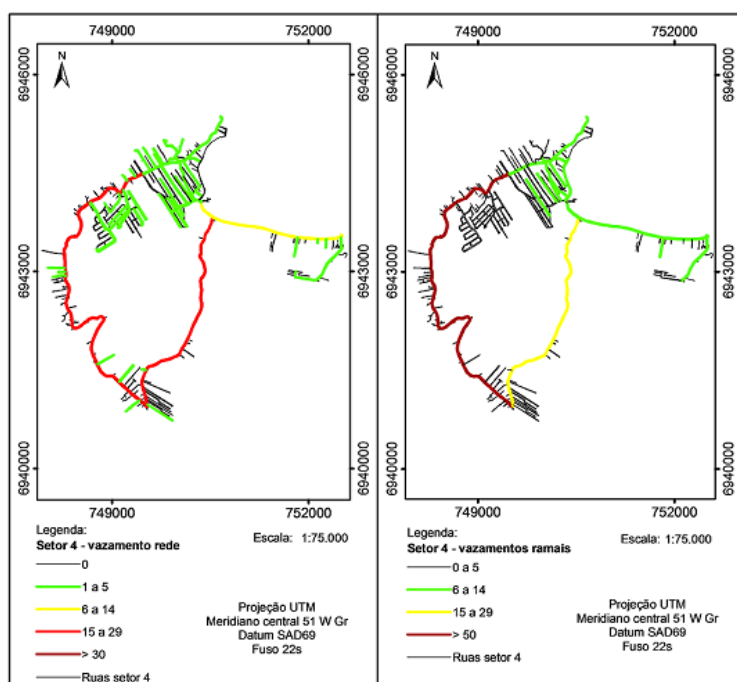


Figura 6 – Vazamentos de redes e ramais prediais no setor 4.

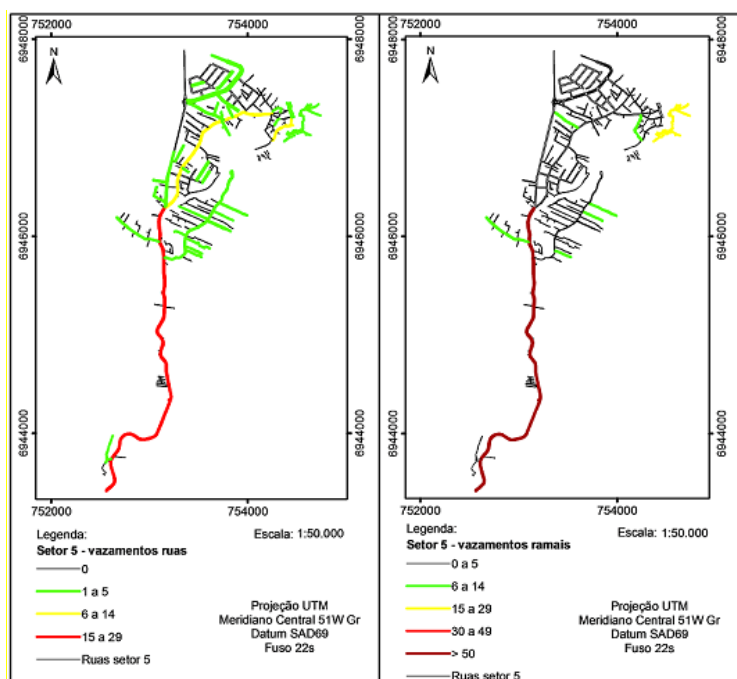


Figura 7 – Vazamentos de redes e ramais prediais no setor 5.

DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

Mediante os principais possíveis fatores de causa de vazamentos em redes de abastecimento de água e em ramais prediais e outros levantados em pesquisas na empresa foi elaborado o diagrama de causa e efeito para toda a região em estudo (Figura 8). O problema principal avaliado foi vazamentos e os fatores de causas considerados foram: falha de projeto, falha na obra de assentamento, defeito do material, tubulações antigas, pressão maior que 50 m.c.a e baixa qualidade nos reparos das tubulações. Para cada fator de causa foram apontados subcausas do efeito vazamento.

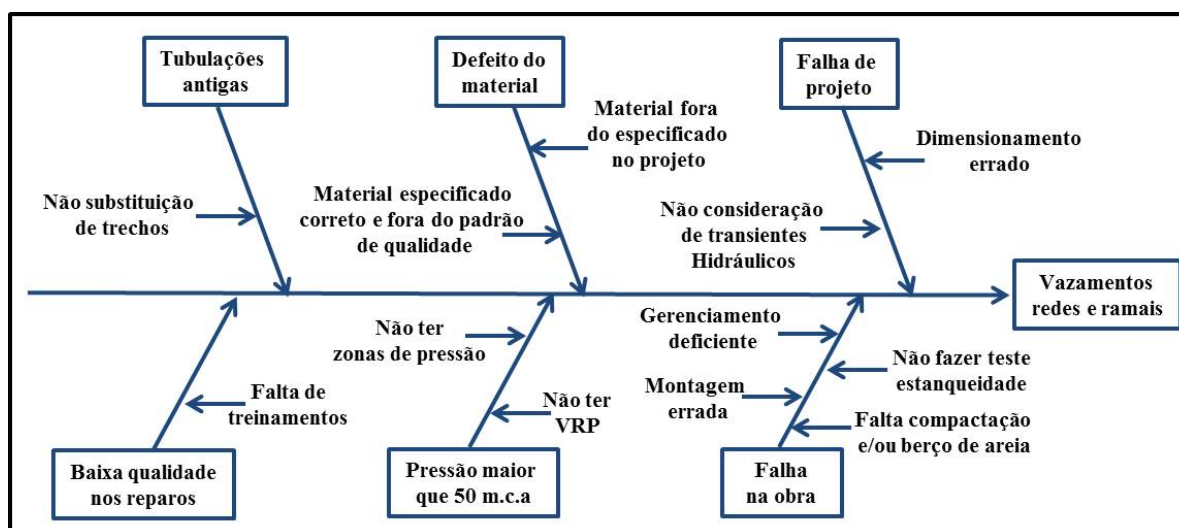


Figura 8 – Diagrama de causa e efeito para o problema vazamentos em redes e ramais.

A Figura 9 mostra um diagrama de causa e efeito para a região em estudo na qual o principal problema avaliado é o tempo de reparo redes e ramais e os fatores de causas são: equipes de campo, roteiro, materiais, cadastro, comunicação com a população, impacto do vazamento e volume de água perdido. E para cada causa que varie o tempo de conserto de uma rede ou de um ramal é mostrado subcausas do problema.

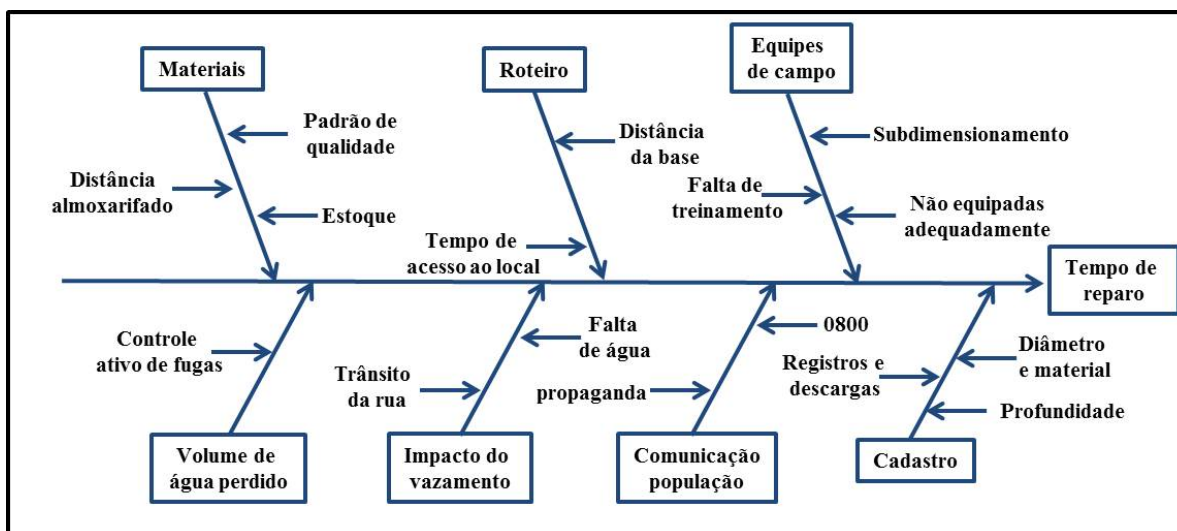


Figura 9 – Diagrama de causa e efeito para o problema tempo de conserto de redes e ramais.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A utilização de dados contidos nas autorizações de serviço "AS" para o cálculo de indicadores de desempenho (ID) fornecem informações importantes sobre o diagnóstico da gestão de uma empresa de saneamento ao longo do tempo.

Para que os ID representem a realidade da empresa, é importante que os dados primários que integram a sua composição sejam os mais exatos e confiáveis possíveis. Para isso, é importante o comprometimento de todos os funcionários da empresa, desde o nível estratégico até o nível operacional. Ainda sobre os ID, alguns possuem fórmulas de cálculo muito abrangentes, dificultando a comparação entre as empresas de saneamento.

O principal fator de causa levantado para que os setores 1 e 5 apresentarem o indicador de desempenho (ID) Op31 elevado, iguais a 188 e 122 avarias por 100 quilômetros de rede respectivamente, foi a pressão de rede superior a 50 m.c.a. Acentuado no setor 1 por não apresentar reservatório de abastecimento e estar submetido a oscilações de pressão. No setor 2, o ID Op31 foi igual a 176 avarias por 100 quilômetros de rede e os principais possíveis problemas apontados foram a obra de assentamento e má qualidade dos materiais utilizados.

O setor 5 também mostrou o maior valor para o cálculo do ID Op32, igual a 76 avarias para cada 1000 ramais, provavelmente pela elevada pressão no setor. Outros supostos motivos listados para incidência maior de vazamentos em ramais, considerando todos os setores, são materiais de baixa qualidade e falta de qualificação técnica para a execução do serviço de instalação dos mesmos.

Em relação à duração média dos serviços de conserto de redes e ramais (desde a primeira solicitação até a conclusão do serviço) – IN_{083} (horas/serviços), o setor 1 foi o que apresentou o menor tempo de conserto de rede igual a 8,31 horas/serviço, devido, provavelmente, a proximidade com a agência costa sul leste. Diferente do setor 5, que está mais distante e mostrou o maior cálculo para esse indicador, igual a 21,35 horas/serviço.

Considerando todos os setores, o tempo médio dos serviços de conserto de ramal é quase 8 horas maior que o conserto de rede. A principal causa levantada foi a priorização dos serviços de rede devido ao maior volume de água perdido, transtornos com falta de água e também considerando a imagem da empresa perante a população.

A utilização de mapas temáticos para a representação de vazamentos de redes e ramais mostrou-se uma ferramenta eficaz para a visualização e localização das ruas com a maior incidência de vazamentos e também

na comparação entre os setores, facilitando nas ações de planejamento, operacionais e reabilitação de sistemas de distribuição de água.

O uso da ferramenta diagrama de causa e efeito para os problemas vazamentos e tempo de reparo de redes e ramais prediais foi importante para explorar todas as causas e subcausas potenciais do problema. Favorecendo nas futuras tomadas de decisões da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, H; HIRNER, W; BAPTISTA, J.M; PARENA, R. Indicadores de Desempenho para Serviços de Abastecimento de Água. Tradução e adaptação de Patrícia Duarte, Helena Alegre e Jaime M. Baptista. Portugal: Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2004. 277 p.
2. ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LAS AMÉRICAS (ADERASA). Manual de indicadores de gestión para agua potable y alcantarillado sanitario. Buenos Aires, 2011.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12.218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 24.512: Diretrizes para gestão dos prestadores de serviço de água e para avaliação dos serviços de água potável. Rio de Janeiro, 2012.
5. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS): Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2012. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 164 p.
6. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). Banco de Dados Operacionais – BADOP. Florianópolis, 2013.
7. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). Cadastro técnico. Florianópolis, 2013a.
8. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). Tubulação velha causa desperdício em São Paulo. Revista Veja, São Paulo, abr. 2014. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/tubulacao-velha-causa-desperdicio-de-agua-em-sp>. Acesso em: 6 out. 2014.
9. ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS DE ÁGUAS E RESÍDUOS (ERSAR). Relatório anual dos serviços de águas e resíduos em Portugal: Avaliação da qualidade do serviço prestado aos utilizadores, V.3. Lisboa, 2013. 232 p.
10. FLEMING, A. Dados SIMAE de Joaçaba [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <diretoriadj@simae.sc.gov.br> em 21 jul. 2014.
11. ISHIKAWA, K. Controle de Qualidade Total: À maneira Japonesa. Tradução Iliana Torres. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993.
12. LAMBERT, A.O. Water losses management and techniques. In: Internacional Water Association Congress, Berlim, 2001. 1-22 p.
13. MOLINARI, A. Panorama mundial. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora LTDA, 2006. p. 54-74.
14. PINTO, L.C.B. Gestão de Perdas no saneamento básico. In: PHILIPPI JR, A; GALVÃO, A.C. (Org.). Gestão do saneamento Básico: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Barueri, SP: Manole, 2012. p. 355-391.
15. REIS, L.F; CHEUNG, P.B. Os vazamentos nas redes de distribuição de água. In: GOMES, H.P; GARCÍA, P.R; REY, P.L.I. (Org.). Abastecimento de água: o estado da arte e técnicas avançadas. João Pessoa, PB: UFPB – Editora Universitária, 2007. p. 67-84.
16. SILVA, N.A.S. Pesquisa de indicadores para gestão de sistemas de abastecimento de água. 2003. 170 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil na área de Concentração de Recursos Hídricos) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2003.
17. SILVA, A.C; SOBRINHO, G.B. Regulação dos serviços de água e esgoto. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora LTDA, 2006. p. 145-159.

18. TARDELLI FILHO, J. Controle e redução de perdas. In: TSUTIYA, M.T. Abastecimento de Água. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. P. 457-526.
19. TSUTIYA, M.T. Abastecimento de Água. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006, 643 p.
20. WATER SERVICES ASSOCIATION OF AUSTRALIA (WSAA). National Performance report 2011-12: Urban water utilities. Canberra: National Water Commission, 2013. 158 p.