

## XI-040 – APLICAÇÃO DOS DADOS DAS AUTORIZAÇÕES DE SERVIÇO (AS) PARA A REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA POR VAZAMENTO

### **Andréia Senna Soares<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pela mesma universidade. 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<sup>(1)</sup>:** Rua Quinze de Novembro, 230 – Balneário do Estreito – Florianópolis – SC CEP: 88075-220 – Brasil – Tel (48) 3221-5891 – 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 2015, o índice nacional de perdas de água foi de 36,7%, 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, todavia em termos de volume de água perdido, a maior incidência é nas redes de distribuição.

Mediante a aplicação de indicadores de desempenho (ID) e processo de *benchmarking*, o presente trabalho teve como objetivo diagnosticar, por meio dos históricos das autorizações de serviço (AS) de conserto de redes de água, ramais prediais e cavaletes para os anos de 2009 a 2013, o serviço prestado no Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) localizado na cidade de Florianópolis/SC.

Como resultado, observou-se que o ID Op31 – avarias em redes de água, diminuiu ao longo dos anos, o principal fator de causa para a diminuição foi a troca de um trecho de tubulação submetido a pressão elevada. Os vazamentos em ramais, ao longo dos anos, diminuíram significativamente, de acordo com o cálculo do ID Op 32 – avarias em ramais prediais. Já os vazamentos em cavaletes mostraram resultados opostos no ID Op 32 – avarias em cavaletes. As hipóteses levantadas foram troca do material dos ramais e má qualidade da mão de obra de conserto, nessa ordem.

Por meio do processo de *benchmarking*, a área em estudo foi considerada de qualidade de serviço insatisfatória, segundo a classificação da ERSAR de Portugal, contudo mostrou resultados próximos ou melhores do que algumas referências nacionais e internacionais mencionadas.

Para a melhoria da qualidade do serviço prestado e redução das perdas de água por vazamento, foi proposto a utilização da AS como fonte de dados, por meio do relato da caracterização do vazamento no instante do conserto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perda de água, vazamento, autorização de serviço, indicador de desempenho.

### **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). 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).

De acordo com Tsutiya (2006) 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.

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.

As perdas de água por vazamentos representam a maioria das perdas em um sistema e, em geral, são resultados de pressões elevadas na rede de distribuição, redes antigas, materiais de baixa qualidade, sistemas mal gerenciados operacionalmente e má qualidade da mão de obra na execução de consertos (PINTO, 2012). Os levantamentos das causas prováveis e das caracterizações dos vazamentos são tão importantes quanto o reparo e o levantamento das perdas, já que se tem a oportunidade de atacar as causas do problema (BRASIL, 2007). Costa (2009) afirma que o registro de falhas é uma ferramenta importante no diagnóstico dos problemas de vazamentos. E que o treinamento constante das equipes é fundamental para evitar erros de preenchimento.

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). Molinari (2006) acrescenta que os ID constituem um instrumento fundamental de informar a todos os interessados sobre os níveis de serviço prestado ao longo do tempo. Ademais, a interpretação e avaliação podem ser feitos por meio 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*.

O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar, por meio dos históricos das autorizações de serviço (AS) de conserto de redes de água, ramais prediais e cavaletes para os anos de 2009 a 2013, o serviço prestado no Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (SCSL) operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) localizado na cidade de Florianópolis/SC. Mediante a aplicação de indicadores de desempenho (ID) foi possível comparar os resultados entre diferentes épocas do progresso da região e também com outras empresas de mesma atividade, através do processo de *benchmarking*. Ademais, foi proposta a inclusão da anotação de mais dados de campo para utilizar a AS como fonte de dados na localização das causas raiz do problema vazamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO E OBTENÇÃO DOS DADOS

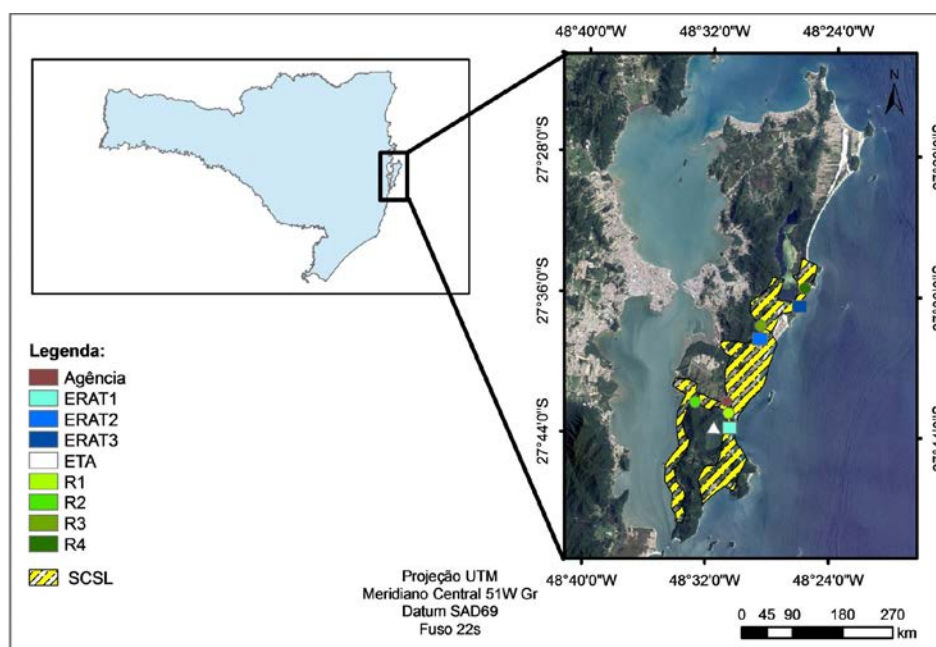
A área em estudo está localizada na cidade de Florianópolis/SC e é atendida pelo Sistema de Abastecimento Costa Sul Leste (SCSL) operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) (Figura 1). O número de ligações de água, número de economias e comprimento de rede de água para os anos de estudo (2009 a 2013) podem ser vistos na Tabela 1.

**Tabela 1 - Dados de nº de ligações e nº de economias de dez. de 2009 a 2013 e comprimento de rede.**

Ano	Nº ligações de água	Nº de economias	Comprimento de rede (m)
2009	19.891	24.581	388.228
2010	20.796	25.960	388.228
2011	21.605	27.376	388.228
2012	22.090	28.227	388.228
2013	23.363	30.219	388.228

Fonte: (CASAN, 2013).

A água destinada ao abastecimento da região é fornecida pela Estação de Tratamento de Água (ETA) Lagoa do Peri, localizada próxima do manancial de mesmo nome, ilustrado na Figura 1. Além da lagoa, 10 poços podem substituir ou incrementar a vazão de abastecimento em até 100 l/s. A vazão total média distribuída no SCSL em 2013 foi de 201 l/s. O sistema SCSL possui 3 reservatórios de jusante (R1, R2 e R3) com cotas topográficas iguais a 69, 53 e 72 m nessa ordem e um reservatório de montante (R4) com cota 78m, detalhados quanto a sua localidade na Figura 1. O recalque de água tratada a partir da ETA Lagoa do Peri é feito pela estação de recalque (ERAT 1) com uma pressão média de 70 m.c.a direto na rede de distribuição. Ao longo do sistema de abastecimento de água existem outros dois recalques (ERAT 2 e 3) (Figura 1).



**Figura 1 – Localização do SCSL, ETA, ERAT e Reservatórios (R).**

As autorizações de serviço (AS) são geradas no Sistema Comercial Integrado (SCI) da empresa e possuem informações, como: protocolo de atendimento composto por data e horário; 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 com anotações da hora de início e término do serviço, material utilizado, matrícula dos responsáveis pela execução do serviço e quilometragem do carro. Para este estudo, foram analisados um total de 18.856 AS referentes aos anos de 2009 a 2013 (Tabela 2).

**Tabela 2 - Quantidade de AS de consertos de redes, ramais prediais e cavaletes - 2009 a 2013.**

Ano	Consertos redes	Consertos de ramais prediais	Consertos de cavaletes
2009	777	2016	1563
2010	590	1635	1590
2011	613	1578	1478
2012	443	1277	1793
2013	371	1230	1902

Fonte: Dados da pesquisa (2013).

## INDICADORES DE DESEMPENHO

Os ID selecionados são da lista de indicadores da IWA (*International Water Association*) (ALEGRE, *et al.*, 2004) e são referentes à operação de sistemas de abastecimento de água:

Op31 – avarias em redes de abastecimento de água;

Op32 – avarias em ramais prediais;

A descrição detalhada das fórmulas utilizadas no cálculo de cada ID é apresentada nas equações 1 e 2.

$$Op31 = \frac{D28 \times 365}{C8} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

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).

$$Op32 = \frac{D29 \times 365}{C24} \times 1000 \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo: Op32 – avarias em ramais (nº/1000 ramais/ano); D29 – avarias em ramais (nº); C24 - número de ramais (nº). Obs: da mesma forma foi calculado também avarias em cavaletes.

## AVALIAÇÃO DO ATUAL MODELO DE AUTORIZAÇÃO DE SERVIÇO (AS)

As informações atuais contidas nas AS foram comparadas e analisadas por meio de estudos bibliográficos e através de conversa com funcionários da empresa. Também foi possível acompanhar a rotina operacional das equipes de campo para avaliar os procedimentos de anotação dos dados obtidos no momento do conserto.

## RESULTADOS

### INDICADORES DE DESEMPENHO E PROCESSO DE BENCHMARKING

O cálculo do ID mostrou uma diminuição na quantidade de rompimentos de rede ao longo dos anos (Tabela 3). A diminuição nos vazamentos foi motivada, principalmente, pela troca de trechos de tubulação que apontava número de vazamentos expressivos. O principal trecho foi entre o recalque da ERAT 3 até o reservatório R4 e um trecho após o reservatório por tubos em ferro fundido que suportam mais a pressão de trabalho submetida. Destaca-se que a região do SCSL é submetida a pressões de até 70 m.c.a com oscilações durante o dia.

Os vazamentos em ramais, ao longo dos anos, diminuiram significativamente, de acordo com o exposto no cálculo do ID Op 32 - RP na Tabela 3. Uma das hipóteses levantadas para a diminuição foi à troca do material dos ramais consertados e a instalação dos novos por PEAD. Já os vazamentos em cavaletes mostraram resultados opostos, ou seja, houve um leve aumento, ID Op32 - CAV na mesma Tabela.

A primeira hipótese indicada para o aumento na quantidade de vazamentos em cavaletes foi a falta de resistência dos materiais para uma pressão de trabalho elevada (maior que 50 m.c.a em algumas regiões). Porém, em consulta com a divisão de qualidade da Empresa, essa suposição foi descartada, já que recentemente os cavaletes foram submetidos a ensaios de resistência mecânica e estanqueidade com pressão de 1,5 MPa e não apresentaram nenhum sinal de vazamento, trinca, desprendimento ou qualquer outro problema. Outra causa ressaltada foi à má qualidade na mão de obra na instalação e reparos dos cavaletes.

**Tabela 3 - Resultados do cálculo dos ID Op31 e Op32 para o SCSL para os anos de 2009 a 2013.**

Ano	Op31 (nº/100km/ano)	Op32 - RP (nº/1000 ramais/ano)	Op32 - CAV (nº/1000 ramais/ano)
2009	200	101	79
2010	152	79	76
2011	158	73	68
2012	113	58	81
2013	96	53	81

Como referência nacional foi consultada, diretamente, a prestadora de serviço da cidade de Joaçaba/SC, Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto (SIMAE) e a Companhia de Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO) para a cidade de Porangatu, na qual os valores dos ID para o ano de 2013 podem ser vistos na Tabela 4.

**Tabela 4 - Valores dos ID OP 31 e OP 32 para as cidades de Joaçaba (SIMAE) e Porangatu (SANEAGO) para o ano de 2013.**

ID	SIMAE - Joaçaba	SANEAGO - Porangatu
OP 31 (nº/ nº/100 km/ano)	104,2	48
OP 32-RP (nº/1000 ramais/ano)	34,5	27
OP 32-CAV (nº/1000 ramais/ano)	---	52

Fonte: (FLEMING, 2014); (MEDEIROS JUNIOR, 2015).

Também foi consultado a *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de Las Américas* (ADERASA), que mediante a um Grupo Regional de Trabalho de Benchmarking (GRTB) publica anualmente um relatório sobre o desempenho de empresas prestadoras de serviços de água e esgotamento sanitário nas Américas.

No relatório do ano de 2011, 2 empresas nacionais apresentaram resultados para o ID Op31, sendo essas a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) com valores iguais a 963 e 153 avarias para cada 100 quilômetros de rede respectivamente (ADERASA, 2012).

Já no último relatório do ano de 2012, nenhuma empresa brasileira publicou seus resultados. Destaca-se referências internacionais que apresentaram valores do ID Op31 com maior resultado para *Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales* (IDAAN) do Panamá igual a 382 avarias para cada 100 quilômetros de rede e menor valor para *Servicio de Agua Potable y Alcantarillados de Lima* (SEDEPAL) no Peru igual a 14 avarias para cada 100 quilômetros de rede (ADERASA, 2013).

Outra empresa peruana que mostrou resultado para esse ID foi a Empresa de Prestadora de *Servicios de Saneamiento de Lambayeque* (EPSEL) sendo igual a 143 avarias para cada 100 quilômetros. O *Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados* (AYA), na Costa Rica, apresentou um valor igual a 236 avarias/100 km/ano (ADERASA, 2013).

Outras entidades internacionais publicam o desempenho do sistema de abastecimento de água com base no uso de indicadores. A *Water Services Association of Australia* (WSAA, 2014), no relatório publicado no ano de referência 2012-13, para o ID Op31 apresentou um valor mínimo de 3 e máximo de 51 avarias por 100 km 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.

Para mais, outra consulta internacional foi no relatório de serviços de águas e resíduos de Portugal, no ano de 2013, na qual mostra o ID Op31 com valor médio para o país de 41 e com ocorrências pontuais acima de 300 avarias/100 km de rede. Segundo uma avaliação da entidade valores entre 30 e 60 é considerada de qualidade de serviço mediano e acima de 60 é avaliada com qualidade de serviço insatisfatória (ERSAR, 2014). A Tabela 5 apresenta um resumo dos relatórios da ADERASA, WSAA e ERSAR.

**Tabela 5 - Tabela 11 – Resumo do ID Op31 para as entidades WSAA, ERSAR e ADERASA.**

Entidades	COPASA (ADERASA - 2011)	COMPESA (ADERASA - 2011)	IDAAN (ADERASA - 2012)	SEDEPAL (ADERASA - 2012)	EPSEL (ADERASA - 2012)	AYA (ADERASA - 2012)	WSAA (2012- 13) Máximo	ERSAR (2013) Máximo/ Média
ID								
Op 31 - (nº/ nº/100 km/ano)	963	153	382	14	143	236	51	336/41

Fonte: (WSAA, 2014), (ERSAR, 2014), (ADERASA, 2012) e (ADERASA, 2013).

Com base nos dados apresentados, considerando o ID Op31, o SCSL apresentou valores superiores ao máximo da Austrália WSAA (2014), média de Portugal ERSAR (2014) e Empresa SEDEPAL do Peru (ADERASA,

2013) que foram iguais a 51, 41 e 14 avarias/100 km de rede, nessa ordem. Segundo a classificação da ERSAR (2014), avaliando o ano de 2013, a área de estudo é considerada de qualidade de serviço insatisfatória.

Ainda em relação às referências internacionais citadas, a área em estudo mostrou melhores resultados para o ID Op31 do que o IDAAN do Panamá e AYA da Costa Rica, iguais a 382 e 236 avarias/100km de rede, respectivamente e similar a EPSEL do Peru, 143 avarias/100 km de rede (ADERASA, 2013).

No que se refere às Empresas de saneamento nacionais, a região de estudo mostrou valores de cálculo do ID Op31 menores que a COPASA de Minas Gerais com um valor excepcional de 963 avarias/100 km de rede no ano de 2011 (ADERASA, 2012), valores similares ao SIMAE de Joaçaba, 104,2 avarias/100 km de rede (FLEMING, 2014) e superiores do que apresentado pela SANEAGO na cidade de Porangatu, igual a 48 avarias/100 km de rede (MEDEIROS JUNIOR, 2015). Quanto ao ID Op32 para ramais e cavaletes, o SCSL mostrou valores calculados maiores do que as referências mostradas do SIMAE e SANEAGO.

### **AVALIAÇÃO DO ATUAL MODELO DE AUTORIZAÇÃO DE SERVIÇO (AS)**

Os dados contidos, atualmente, nas AS já podem fornecer informações importantes para o diagnóstico, gestão e melhoria da qualidade do serviço prestado nos sistemas de abastecimento de água. Todavia, esses dados para serem úteis precisam ser transformados em informações para assistir as tomadas de decisões e ações de melhorias na qualidade do serviço prestado. Para tal, os dados precisam ser decodificados, organizados e contextualizados em relatórios. Ademais, foi observado que não há um procedimento padrão na anotação dos dados de campo, bem como da digitação dos mesmos no sistema.

### **APLICAÇÃO DA AS COMO FONTE DE DADOS**

No período de estudo, observou-se que 44% dos vazamentos foram no cavalete, 41% nos ramais prediais e 15% nas redes de água. Quantidades similares à apresentada por Brasil (2004) e Tardelli Filho (2006), na qual afirmam que 70 a 90% do número total de ocorrências são nos ramais prediais e cavaletes. E em termos de volume de água perdido a maior incidência é nas redes de distribuição. Com essas informações, já é possível identificar a localização no sistema de abastecimento de água das maiores ocorrências de vazamentos.

Mesmo assim, são informações gerais, não expondo as causas raiz do problema. Para isso, propõe-se que sejam acrescidos nas AS os dados de caracterização do vazamento baseado no recomendado por Brasil (2007). Como rotina operacional, recomenda-se que as equipes de campo preencham um formulário com dados observados no instante do conserto e se disponível, registrar o vazamento com fotos. As informações do formulário são apresentadas a baixo e copiladas na Tabela 6 como exemplo.

- Localização do vazamento (rede, tomada d'água, adaptador, ramal predial, joelho, registro, cavalete etc);
- Caracterização do vazamento (amassamento, trinca longitudinal ou transversal no tubo, trinca na conexão, furo no tubo ou conexão, microfissuras no joelho etc);
- Medidas da trinca, fissura ou furo;
- Causa provável (peça forçada na execução, berço não apropriado, tubo ou conexão de má qualidade, tubo ou conexão com corrosão, recalque no aterro, calçada ou pavimento, reaterro com material inadequado etc);
- Material da peça;
- Pressão.

**Tabela 6 – Modelo de formulário para caracterização do vazamento.**

Setor:		Equipe:					Data:	
Nº	Protocolo	Localização	Caracterização	Medidas (mm)	Causa provável	Material	Pressão	
							m.c.a	hora
1	22/05/2017 08:00 9314	Rede de água	Trinca longitudinal	50	Presença de pedras	PVC DEFºFº	50	10:00

Em posse desses dados de caracterização dos vazamentos, pode-se produzir um relatório mensal com o número de incidências acumuladas de vazamentos por localização, características e causas prováveis, conforme exemplificado na Tabela 7. Soares, Dalsasso e Trennepohl (2015) ainda recomenda o uso da ferramenta diagrama de causa e efeito para os problemas de vazamentos como forma de explorar todas as causas e subcausas na busca por soluções. Também cita a utilização de mapas temáticos para a representação de vazamentos para facilitar a visualização e localização das ruas com a maiores incidências e também na comparação entre os setores, contribuindo nas ações de planejamento, operacionais e reabilitação de sistemas de distribuição de água.

A difusão das informações desse relatório para outras áreas relevantes de interesse, tais como gerencia de suprimentos de materiais hidráulicos, projetos entre outros é proeminente também para medidas preventivas de novos vazamentos.

**Tabela 7 – Exemplo quadro resumo das quantidades de ocorrências de vazamentos para cada causa.**

Quadro resumo – Setor 1		Data: 1º semestre/2013	
Nº	Causas prováveis de vazamentos	Nº de casos	(%)
1	Berço não apropriado danificou o tubo de PEAD	21	32,8
2	Adaptador de PEAD rompido – forçado na execução	15	23,4
3	Joelho instalado com pouca fita veda-rosca	11	17,2
4	Má qualidade do tubo de PEAD	10	15,6
5	Não foi identificada a causa	7	10,9
<b>Total</b>		<b>64</b>	<b>100</b>

## CONCLUSÕES

Os resultados dos cálculos dos ID Op31 – avarias em redes e Op32 – avarias em ramais prediais mostraram uma diminuição nas ocorrências de vazamentos em redes e ramais prediais ao longo dos anos. A hipótese levantada para isso foi a troca do material da rede por ferro fundido em locais com maiores pressões. Já o ID Op32 – cavalete aumentou ao longo dos anos. A pressão de rede como causa foi rejeitada a princípio, com ensaios de resistência mecânica. Outra hipótese é a má qualidade na mão de obra no reparo. Mesmo, a área em estudo sendo considerada de qualidade de serviço insatisfatória segundo a classificação da ERSAR, os valores apresentados foram melhores ou similares a algumas referências nacionais e internacionais citadas.

A utilização de dados contidos nas AS podem fornecer informações importantes sobre o diagnóstico da gestão de uma empresa de saneamento ao longo do tempo. A caracterização do vazamento na ocasião do conserto pode auxiliar na identificação das causas das ocorrências de vazamentos e, conseqüentemente, contribuir para a diminuição das perdas reais de água. Como exemplo, a troca do material dos ramais prediais, melhorias na execução de obras de assentamento de tubulações, como determinação da espessura da camada de berço de areia, entre outras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE ÁGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LAS AMÉRICAS (ADERASA). *Manual de indicadores de gestión para agua potable y alcantarillado sanitario*. Buenos Aires, 2012. 54 p.
2. ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE ÁGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LAS AMÉRICAS (ADERASA). *Manual de indicadores de gestión para agua potable y alcantarillado sanitario*. Buenos Aires, 2013. 46 p.
3. ALEGRE, H.; BAPTISTA, J.; HIRNER, W.; & PARENA, R. *Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água*. Lisboa, Portugal. IWA Publishing, 2004.
4. BRASIL. Ministério das Cidades. *Programa nacional de combate ao desperdício de água: DTA-A2 – Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água*. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2004. 80 p.
5. BRASIL. Ministério das Cidades. *Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água: pesquisa e combate a vazamentos não visíveis*. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2007. 87 p. (Guia Prático, V.3).

6. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). Banco de Dados Operacionais – BADOP. Florianópolis, 2013.
7. 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.
8. ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E RESÍDUOS (ERSAR). *Relatório anual dos serviços de águas e resíduos em Portugal (2013)*. Volume 3. 2014. 311 p.
9. FLEMING, A. *Dados SIMAE de Joaçaba* [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <diretoriadj@simae.sc.gov.br> em 21 jul. 2014.
10. MEDEIROS JUNIOR, W.J. *Dados SANEAGO de Porangatu* [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <wanir@saneago.com.br> em 14 ago. 2015.
11. MOLINARI, A. Panorama mundial. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. *Regulação: indicadores para prestação de serviços de água e esgoto*. 2006. p. 54-74.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. SOARES, A; DALSASSO, R.L; TRENNEPOHL, F.G. *Fatores que influenciam no tempo de reparo dos vazamentos em um sistema de abastecimento de água (estudo de caso)*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28, 2015. Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro, RJ, 2015.
16. TARDELLI FILHO, J. Controle e redução de perdas. In: TSUTIYA, M.T. *Abastecimento de Água*. 3. ed. 2006. P. 457-526.
17. 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.
18. WATER SERVICES ASSOCIATION OF AUSTRALIA (WSAA). *National Performance report 2012-13: Urban water utilities*. Camberra: National Water Commission, 2014. 160 p.