

# Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água



ISSN: 2316-2317

## Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR

Edmilson Eloi Pires; Lauro Yukinori Nakagawa; João de Fátima Vannier T. Alvares

Faculdade Educacional Araucária

### RESUMO

O uso irracional resultante dos desperdícios gerados pela população e a ineficiência na operação dos sistemas de abastecimento de água, torna o assunto sobre perdas encontrado nos sistemas de abastecimento um dos principais desafios a serem eliminados. As perdas de água tem um impacto direto sobre a sustentabilidade das empresas de saneamento, visto a sua importância em relação à conservação dos recursos hídricos e também ao alto custo no que diz respeito ao desperdício da água bombeada e tratada, o que torna este assunto um importante capítulo na gestão das concessionárias, e também na gestão das águas. As perdas de água se dividem em dois componentes básicos. As perdas reais, que correspondem basicamente aos vazamentos na rede de distribuição, e as perdas aparentes, ocasionadas a partir de fraudes, ligações clandestinas e submedição em hidrômetros. O presente trabalho procurou quantificar, em um sistema de abastecimento de água, tais parcelas para confrontar a sua necessidade no desenvolvimento de novas tecnologias. Desta forma, a determinação das parcelas correspondentes de perdas torna-se interessante para os estudos de engenharia, pois indicará qual parcela que apresenta deterioração mais acelerada. Realizaram-se três estudos, dois teóricos e um prático em campo, visando à comparação das parcelas encontradas. O estudo fornece subsídio para as companhias de saneamento na tomada de ações de controles para o gerenciamento dos sistemas, como por exemplo, a utilização da metodologia do acompanhamento das vazões mínimas noturnas, grande ferramenta para detecção da perda real.

*Palavras chave: Perdas de água, perda real, perda aparente*

### ABSTRACT

The irrational usage resulting from waste generated by the population and the inefficiency in operating the water supply systems, makes the issue of losses found in the supply systems one of the main challenges to be eliminated. Water loss has a direct impact on the sustainability of sanitation companies, as its importance in relation to the preservation of water resources and also to the high cost as it concerns to water wastage both pumped and treated, which makes this subject an important chapter managing the supplying contractors as well as the water itself. Water losses are divided into two basic components. The real losses, which basically correspond to the leakage within the distribution network and the apparent losses resulting from fraud, illegal connections and of sub-metering the hydrometers. This work aims to quantify such losses in a system of water supply to match its requirements in the development of new technologies. This way to determine the corresponding loss quota becomes interesting to engineering studies, as it will indicate which quota presents a faster deterioration. Three studies have been conducted, two theoretical and one practical on site, aiming to compare the discovered quotas. The study provides sponsoring for sanitation companies in order to take control action in managing the systems, as for

# Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

*example, the use of follow up methodology in the supervision of minimum nocturnal leakages, a paramount tool for the detection of the real loss.*

*Key Words: Water loss, real loss, apparent loss*

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano acelerado e muitas vezes desordenado tem aumentado constantemente o consumo de água, e conseqüentemente, comprometendo a quantidade e a qualidade dos ecossistemas que sustentam a vida humana. Estudos realizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), 2013, relata que muitos municípios brasileiros necessitarão encontrar novos mananciais até 2015, devido ao consumo crescente. Este fator exigirá a descoberta de novas fontes, que por sua vez estão cada vez mais distantes e caras, pois muitas vezes a poluição e o desperdício comprometem a disponibilidade de água. “Existem estimativas e projeções sobre os usos futuros dos recursos hídricos, baseado nos usos atuais, e introdução de medidas de economia da água, tais como, a reutilização, a diminuição do consumo e desperdícios, ou a cobrança pelo uso da água e o princípio do poluidor-pagador”. (TUNDISI, 2005).

Neste contexto, o estudo para redução de perdas de água nas companhias de saneamento também é uma importante ferramenta de gestão, pois permite postergar a realização de novos investimentos na ampliação dos sistemas em operação. Além disso, colabora para a sustentabilidade da empresa, pois ocorre aumento do faturamento por meio da medição correta de todo o consumo realizado por parte da população.

Considera-se perda de água no Sistema de Abastecimento de Água (SAA), a diferença entre o total de água produzida e o total de água distribuída para consumo. Todavia, o conceito de perdas vai mais adiante, podendo ser separada em dois componentes básicos: perda física, também chamada de perda real, de acordo com a nomenclatura da International Water Association - IWA, e perda não física, denominada igualmente pelo IWA de perda aparente.

Neste trabalho será estudado um caso real, em um sistema de abastecimento de água. A proposta é averiguar os fatores que levaram ao aumento do índice de perdas do sistema e estimar o percentual de perda real e perda aparente, com três abordagens para comparação: dois estudos teóricos e um estudo prático na pesquisa.

## 2. DESENVOLVIMENTO

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

Para avaliação das perdas de água no sistema do estudo de caso caracterizado a seguir, dividiu-se a pesquisa em três estudos.

O primeiro estudo compreende a verificação das condições do sistema no primeiro ano de operação, no que diz respeito às parcelas de perdas de água.

O segundo e terceiro estudos compreendem a pesquisa para o sexto ano de operação do sistema (período atual), das parcelas de perdas do sistema hidráulico. O primeiro estudo deste período será teórico, e o segundo prático.

Pretende-se comparar os resultados e classificar com maior rigor a estimativa das parcelas de perdas, para detectar qual apresentou maior significância no estudo de caso.

A tabela 1 a seguir apresenta um resumo para melhor entendimento.

TABELA 1 – METODOLOGIA APLICADA NO ESTUDO DE CASO

1º ESTUDO	2º ESTUDO	3º ESTUDO
- baseado na bibliografia/teoria	- baseado na bibliografia/teoria	- baseado em experiência prática
- Situação: Sistema novo	- Situação: Sistema após 06 anos de uso	- Situação: Sistema após 06 anos de uso

FONTE: OS AUTORES (2014)

Através da metodologia aplicada, o foco principal deste trabalho foi determinar qual a parcela de perda que apresenta deterioração mais acelerada nos primeiros anos de utilização de um sistema de abastecimento de água. Como foco secundário, diagnosticar qual a parcela que deverá ter uma ação imediata para que se consiga controlar o aumento do índice de perdas deste sistema, ou que no mínimo se mantenha a situação que se encontra.

### 2.1 Caracterização do estudo de caso

As informações operacionais do SAA escolhido para o estudo de caso desta pesquisa foram obtidas na Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR, e encontram-se nos projetos executivos do sistema e no diagnóstico operacional, ambos os documentos de uso interno da empresa.

Quando a SANEPAR assumiu a concessão deste sistema de abastecimento de água era um sistema bastante precário e houve a necessidade de se implantar redes,

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

reservatório, ramais, e hidrômetros novos. Desta forma, a sua infraestrutura apresenta-se em perfeitas condições.

O sistema de abastecimento é simples. A água é captada em um poço profundo, tratada em uma casa de química e transportada até o reservatório elevado. Deste ponto em diante, distribuída através de sua rede de distribuição para a comunidade.

O estudo de caso abrange 100 % das ligações abastecidas pelo sistema. São 140 ligações totais, sendo que todas possuem hidrômetros classe B, para medição dos volumes consumidos.

A pressão média do sistema é da ordem de 15 mca, dado este obtido com a instalação de armazenadores de dados de pressão em 04 pontos distintos e simultâneos do sistema.

No trecho inicial da adutora, entre a captação e a reservação existe um medidor de vazão mecânico, DN 50 mm, para controle do volume explorado e enviado para reservação. A produção do sistema é quantificada pelo medidor, de modo a trabalhar com vazão constante, dentro da faixa recomendada pelo fabricante. Os volumes medidos estão dentro de uma margem aceitável de precisão, pois estão coerentes com a vazão de bombeamento e o tempo de produção diário.

Neste período, que totaliza 12 meses, o volume produzido total foi de 17.820 m<sup>3</sup> e o volume micromedido foi de 16.671 m<sup>3</sup>. Desta forma, temos um volume de perdas de 1.149 m<sup>3</sup>, que corresponde a um IPL (Índice de Perdas por Ligação) de 22,49 litros/lig./dia. O número médio de ligações de água deste período é de 140.

Aproximadamente seis anos após estudo realizado, o volume produzido foi de 18.685 m<sup>3</sup> e o micromedido 15.203 m<sup>3</sup>, que corresponde a um IPL de 63,18 litros/lig./dia. O volume perdido neste período é de 3.482 m<sup>3</sup>, e o número médio de ligações de água é de 151.

Dados históricos apresentam que o índice de perdas tende a continuar evoluindo, caso não haja nenhuma ação corretiva.

### **2.2 Primeiro estudo: Situação no primeiro ano de operação**

Para determinar a parcela de perda real evitável (PRE) e aparente do primeiro ano de operação do sistema, utilizou-se dos conceitos divulgados pelas bibliografias referentes ao tema. Ressalta-se, que nesta etapa, a perda real evitável foi considerada zero por ser um sistema recém construído e não apresentar fadigas na sua infraestrutura.

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

Calculou-se a parcela da PRI, através da equação (1) perdas reais inevitável por Lambert et.al (1999), temos:

$$PRI = (18 \cdot Lm + 0,8 \cdot N + 25 \cdot Lp) \cdot P \quad (1)$$

Onde:

PRI é perda real inevitável (litros/dia);

Lm corresponde a extensão de rede (Km);

Lp é a extensão de rede privada (Km);

N é o número de ligações ativas de água;

P corresponde a pressão média (mca).

Esta fórmula considera na sua composição rompimentos não identificados e as parcelas de perda inerente. Considerando ainda que a parcela correspondente ao Lp foi excluída por não caracterizar os padrões de ligação de água no Brasil.

A perda real inevitável será comparada com a perda total do sistema, que por hipótese deve ser muito próxima da perda real inevitável, uma vez que a submedição deve ser baixa e as redes são novas.

Para comparação, será utilizado, além do volume em m<sup>3</sup>, o indicador IPL (Índice de Perdas por Ligação por dia), calculado conforme a Equação 2 a seguir:

$$\text{Índice de perdas por ligação de água} = \frac{\text{Volume Perdido Anual}}{\text{Número de ligações de água} \cdot 365} \quad (\text{m}^3/\text{ligação}/\text{dia}) \quad (2)$$

Porém, considerando que o sistema estudado apresentava infraestrutura nova, a equação 3 abaixo desconsidera os rompimentos identificados e não identificados. Portanto, mais adequada para o cálculo no 1º ano de operação seria a Equação (3):

$$PRI = (9,6 \cdot Lm + 0,6 \cdot N) \cdot P \quad (3)$$

Onde:

PRI é perda real inevitável (litros/dia);

Lm corresponde a extensão de rede (Km);

N é o número de ligações ativas de água;

P corresponde a pressão média (mca).

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

Em seguida, a parcela restante seria referente à perda aparente, visto que o sistema apresenta infraestrutura nova e não apresenta vazamentos e fadigas operacionais e funcionais, podendo nos levar a considerar a PRE igual a zero. O cálculo referente à parcela de perda aparente será o saldo total que compõem as parcelas de perdas do sistema.

Lembrando-se que o valor total das parcelas de perdas será o somatório da PRI, PRE e perda aparente.

### **2.3 Segundo estudo: teórico após 06 anos de uso**

Neste estudo, assim como o anterior, fez-se uso dos conceitos divulgados pelas bibliografias no que diz respeito ao assunto de perdas nos SAA.

Primeiramente calculando-se a parcela de PRI, através da equação 1. Para este período, o sistema já se encontra em operação por aproximadamente 06 anos, sendo provável a existência de vazamentos que caracterizem a PRE diferente de zero. Por isso, neste estudo, utilizou-se somente a equação 1, pois acredita-se na hipótese de já existirem vazamentos na rede de distribuição.

Para a estimativa do valor da perda aparente, foi considerado o que recomenda a bibliografia referente à micromedicação. Portanto, será calculada a parcela de perda aparente, considerando-se o aumento da submedição de um hidrômetro de 1% ao longo de um ano.

Outras componentes que interferem na parcela de perda aparente, como ligações clandestinas e fraudes, não farão parte deste estudo, devido ao sistema comercial não identificar neste período tais procedimentos pelos usuários do sistema de abastecimento de água. Portanto, para a estimativa da perda aparente será analisada somente a submedição nos hidrômetros instalados nas ligações de água.

Tendo calculado as parcelas de PRI e da perda aparente, estima-se o valor da perda real total atual, sendo que o somatório das três parcelas será a perda total do sistema estudado.

Logo, o saldo será a provável parcela da perda real evitável do sistema.

### **2.4 Terceiro estudo: prático após 06 anos de uso**

Nesta etapa, a detecção das perdas será executada utilizando-se o Método das Vazões Mínimas Noturnas, que é um método para se determinar às perdas reais totais nos sistemas.

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

Primeiramente, foi realizada a verificação de vazamentos na rede de distribuição, através de medição noturna do nível do reservatório. Para tanto, foi instalado o datalogger, que é um equipamento armazenador de dados de pressão, para obtenção dos dados referentes aos volumes.

O datalogger foi configurado para coletar dados de medições de 15 em 15 minutos, durante as 24 horas do dia. Porém, foram utilizados somente os dados do período da madrugada para o estudo.

As análises foram feitas durante 10 dias consecutivos, no período entre as 01:30 e 05:00 horas da manhã, onde teoricamente o consumo da cidade é praticamente nulo, pois não existem atividades comerciais, indústrias e afins no sistema estudado. O consumo neste período é mínimo, e se houver uma redução no nível do reservatório, provavelmente será consequência de vazamentos na rede de distribuição.

Os dados registrados pelo datalogger são os valores da pressão da coluna d'água no correspondente instante, portanto, faz-se necessário efetuar a conversão para obtenção da vazão, já que ele não determina diretamente a mesma.

A vazão foi obtida relacionando-se as grandezas "volume" e "tempo" de cada medição.

Primeiramente calculou-se o volume "teoricamente consumido" no período noturno, seja por cliente ou por vazamento. Calculou-se a área do reservatório cilíndrico multiplicado pelo desnível de água medido no período entre às 01:30 e 05:00 horas da manhã. A seguir aplicou-se a Equação 6 para obtenção da vazão.

Demonstração do cálculo da vazão:

1. Cálculo da área (A), encontra-se o valor em m<sup>2</sup>;

$$A = \pi \cdot (\text{Raio})^2$$

2. Desnível do período: Diferença entre altura inicial (às 01:30 hs) e final (às 05:00 hs), em metros;
3. Cálculo do volume (V) correspondente ao desnível medido acima, em m<sup>3</sup>;
4. Aplicação na Equação (4), encontrando-se o valor da vazão em m<sup>3</sup>/h.

$$\text{Vazão} = \frac{\text{Volume}}{\text{Tempo}} \quad (4)$$

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

Desta forma, a precisão da vazão está relacionada diretamente com a precisão com a qual foi determinado o volume e o tempo. Qualquer imprecisão que ocorra em um dos fatores reflete na imprecisão da medição.

O volume anual de perda real foi obtido multiplicando-se a vazão média noturna encontrada por 24 horas e por 365 dias no ano.

Paralelamente a medição do nível do reservatório foram instalados medidores de pressão em 04 pontos do sistema, para gerar gráficos da pressão da rede, necessário para determinação da pressão média e cálculo da PRI.

Por fim, após a realização destes procedimentos, teremos a parcela correspondente à perda real total do sistema. Na sequência, calcula-se a PRI do sistema através da equação 1, e desta forma tem-se as parcelas de perdas reais, evitável e inevitável.

O saldo referente ao total será a parcela da perda aparente, no estudo de caso específico, refere-se basicamente a submedição dos hidrômetros.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 Primeiro estudo: Diagnóstico do primeiro ano de operação**

Utilizando-se a equação 1, a PRI estimada foi de 22,49 litros/lig./dia, ou volume anual de 981,00 m<sup>3</sup>, que corresponde a 85,40% do volume total. A parcela restante é referente à perda aparente, visto que o sistema apresenta infraestrutura nova e não apresenta vazamentos e fadigas operacionais e funcionais, podendo nos levar a considerar a parcela da PRE igual a zero. Neste caso, o volume anual de perda aparente é de 168 m<sup>3</sup> de água consumida e não medida, ou seja, 14,60 % do volume, totalizando o volume de perdas igual a 1149 m<sup>3</sup> no ano.

Desconsiderando-se quaisquer rompimentos (identificáveis ou não), fez-se o uso da equação 3 do item de perdas reais inevitáveis. Neste caso, o valor encontrado para a PRI é de 656,00 m<sup>3</sup>, e o valor estimado para a perda aparente do sistema para 493,00 m<sup>3</sup>, correspondente a 42,90% do volume de perdas do período, admitindo-se, da mesma forma que a anterior, que a PRE é nula.

Nota-se que houve uma diferença considerável do volume da PRI e da PA. Esta diferença deve-se ao fato de se desconsiderar os rompimentos identificáveis e não identificados na fórmula B, o que é mais o coerente no primeiro ano de operação, visto que teoricamente, o sistema se encontra neste período, em condições perfeitas por apresentar infra-estrutura nova.



## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

A Tabela 2 apresenta um resumo com as parcelas de perdas calculadas, em m<sup>3</sup> e litros/ligação/dia, para a situação deste período inicial de operação.

TABELA 2 – VALORES DO 1º ANO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

Componentes	Valores do 1º Ano de operação do sistema	
	Valores encontrados (A)	Valores encontrados (B)
IPL 1º ano (litros/lig./dia)	22,49	22,49
Volume de perdas anual(m <sup>3</sup> )	1149,00	1149,00
Volume de PRI (m <sup>3</sup> )	981,00	656,00
Volume PA (m <sup>3</sup> )	168,00	493,00
Representatividade PRI (%)	85,40	57,10
Representatividade PRE (%)	0,00	0,00
Representatividade PA (%)	14,60	42,90

(A) – Fórmula PRI =  $(18 \cdot Lm + 0,8 \cdot N + 25 \cdot Lp) \cdot P$

(B) – Fórmula PRI =  $(9,6 \cdot Lm + 0,6 \cdot N) \cdot P$

FONTE: OS AUTORES (2014)

### 3.2 Segundo estudo: teórico após 06 anos de uso

Neste período, considerando o sistema com idade de 06 anos de utilização, o índice de perdas corresponde a um IPL de 63,18 litros/lig./dia, o que representa um aumento de aproximadamente 300% do volume total anual de perdas, comparado ao primeiro ano de operação do sistema.

O cálculo do volume da PRI resultou em 1872,70 m<sup>3</sup>, ou 53,78 % do volume total. Já o IPL, corresponde a uma perda real inevitável de 33,98 litros/ligação/dia, que representa 10,02% da produção anual.

Para a estimativa da perda aparente adotou-se a submedição dos hidrômetros de 1% a.a, o que retorna um volume de 1164,30 m<sup>3</sup>, ou 33,40% do volume total de perdas.

Como já possui os valores correspondentes das parcelas da PRI e da perda aparente, concluímos que o saldo, que é correspondente a PRE é de 445,1 m<sup>3</sup> no ano, ou 12,78 % do volume total de perdas.

Esse número final de 12,78 %, no primeiro ano era igual a zero, o que sugere implantar metodologias e ações que possam auxiliar na redução desta parcela de perda PRE.

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

A parcela referente à perda aparente esta vinculada ao melhor desempenho tecnológico dos instrumentos de medição, e o processo de aperfeiçoamento destes equipamentos são realizados gradativamente, através de um processo de estudo em que o fabricante e a(s) companhias interagem para buscar melhorias.

A Tabela 3 apresenta um resumo com as parcelas de perdas calculadas neste período, em m<sup>3</sup> e litros/ligação/dia, para o estudo teórico do período atual.

**TABELA 3 – VALORES DO ESTUDO TEÓRICO APÓS 06 ANOS DE USO**

<b>Componente</b>	<b>Representatividade (%)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
PRI	53,78	1872,70
PRE	12,78	445,10
PRT	66,56	2317,70
PA	33,44	1164,30

FONTE: OS AUTORES (2014)

IPL (litros/lig.dia) = 63,18

Volume de perdas anual = 3.482 m<sup>3</sup>

Neste período, nota-se um aumento da perda real total do sistema, que foi de 66,56% do volume total. Apesar da PRI ter diminuído percentualmente, a parcela da PRE (vazamentos) aumentou, comparada ao primeiro ano. Desta forma, possivelmente há pontos de vazamentos no sistema hidráulico. A perda aparente, também aumentou, em proporção menor que a perda real.

No balanço hídrico, a distribuição pode ser demonstrada da seguinte maneira, conforme Tabela 4 abaixo. Nota-se que no balanço hídrico visualizamos as decomposições das parcelas de perdas. Quanto mais se consegue decompor as mesmas, mais preciso será o gerenciamento das ações a serem tomadas na redução do índice de perdas de água.

Acredita-se que este método é a tendência a ser utilizada nas companhias de saneamento, devido à visão estratificada das parcelas envolvidas no estudo de perdas, facilitando a gestão e manipulação dos dados envolvidos. Pode ser desenvolvido com níveis maiores de desagregação dos componentes, o que retorna melhor confiabilidade, pois mais variáveis medidas serão utilizadas.

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

TABELA 4 – BALANÇO HÍDRICO - VALORES DO ESTUDO TEÓRICO APÓS 06 ANOS

Água que entra no sistema = <b>18.685 m<sup>3</sup></b>	Consumo autorizado = <b>15.203 m<sup>3</sup></b>	Consumo autorizado faturado = <b>15.203 m<sup>3</sup></b>	Consumo faturado medido = <b>15.203 m<sup>3</sup></b>	Água faturada = <b>15.203 m<sup>3</sup></b>	
			Consumo faturado não medido = <b>0 m<sup>3</sup></b>		
	Consumo autorizado não faturado = <b>0 m<sup>3</sup></b>	Consumo não faturado medido (usos próprios, caminhão pipa, etc.) = <b>0 m<sup>3</sup></b>	Consumo faturado não medido (combate a incêndio, favelas) = <b>0 m<sup>3</sup></b>	Água não faturada = <b>3.482 m<sup>3</sup></b>	
	Perdas de água = <b>3.482 m<sup>3</sup></b>	Perdas aparente = <b>1164.3 m<sup>3</sup></b>	Usos não autorizados (fraudes) = <b>0 m<sup>3</sup></b>		Erros de medição = <b>1164.3 m<sup>3</sup></b>
			Perdas reais = <b>2317.70 m<sup>3</sup></b>		
		Vazamento nas adutoras e/ou redes = <b>2317.70 m<sup>3</sup></b>			
		Vazamentos e extravasamentos em reservatório = <b>0 m<sup>3</sup></b>			
	Vazamentos nos ramais prediais = <b>0 m<sup>3</sup></b>				

FONTES: OS AUTORES (2014)

### 3.3 Terceiro estudo: prático após 06 anos de uso

Nota-se um comportamento típico em todos os dias do período estudado, apresentando um comportamento de decréscimo de volume de água noturno. Existe uma linearidade da vazão noturna, diferente de um eventual consumo de um cliente. Desta forma, justifica-se que houve aumento da perda real do sistema, nestes seis anos de operação.

A vazão média noturna encontrada foi de 0,277 m<sup>3</sup>/h, conforme os dados apresentados na tabela 5 a seguir. Todas as vazões foram obtidas relacionando-se a

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

diferença entre a altura inicial e final do nível do reservatório, no período entre às 01:30 e 05:00 da manhã, dividido pelo tempo, que é de 3,5 horas

A vazão de cada dia foi obtida aplicando-se a Equação 4. Da mesma forma procedeu-se para os demais dias, para o cálculo das respectivas vazões médias.

TABELA 5 – VALORES DE VAZÕES MÉDIAS ENCONTRADAS

<b>Dia</b>	<b>Desnível (m)</b>	<b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>
02	0,14	0,283
03	0,13	0,263
04	0,13	0,263
05	0,15	0,303
06	0,14	0,283
07	0,14	0,283
08	0,13	0,263
09	0,14	0,283
10	0,14	0,283
11	0,13	0,283
<b>Vazão média</b>		<b>0,277</b>

FONTE: OS AUTORES (2014)

O volume anual de perda real obtido foi de 2.424,0 m<sup>3</sup>/ano. Conseqüentemente, o volume de perda aparente é de 1.058,0 m<sup>3</sup>/ano, 30,40 % do total de 3.482,0 m<sup>3</sup> perdido no ano.

O percentual da submedição média dos hidrômetros é de 5.10% neste período de quase 06 anos de uso dos medidores. Este valor foi obtido através do percentual de perda aparente encontrado (30,4%) no período de 6 anos.

A PRI calculada é de 1872.70 m<sup>3</sup>, correspondente a 53,80 % do volume total. A PRE representa um volume de 551.30 m<sup>3</sup> do volume de perdas.

A Tabela 6 a seguir apresenta um resumo com as parcelas de perdas calculadas neste período, em termos de m<sup>3</sup> e litros/ligação/dia, para o estudo prático do período atual.

TABELA 6 – VALORES DO ESTUDO PRÁTICO APÓS 06 ANOS DE USO

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

Componente	Representatividade (%)	Volume (m <sup>3</sup> )
PRI	53,8	1872,70
PRE	15,80	551,30
PRT	69,60	2424,0
PA	30,4	1058,0

FONTE: OS AUTORES (2014)

Os números encontrados no estudo de campo comprovam a preocupação das companhias de abastecimento no quesito da perda real. No estudo de caso, representou um aumento de 15,80% de perda real evitável, em apenas seis anos de operação. Este número é oriundo basicamente por vazamentos na rede de distribuição, causado por fadiga do material utilizado na rede.

Demonstra que há grande necessidade das concessionárias em intervir com ações e programas de redução de perdas, requer um acompanhamento da vazão mínima noturna, como o controle da pressão e pesquisa de vazamentos.

### 4. CONCLUSÃO

A pesquisa permite concluir que a parcela mais significativa de perdas em um sistema de abastecimento é a da perda real. Portanto, com ações voltadas para a pesquisa da VMN, que é um método para se determinar as perdas reais, é possível controlar e reduzir o índice de perdas dos sistemas de abastecimento, através de um melhor gerenciamento de ações voltadas para a eficiência operacional.

Conclui-se que a pressão é o principal fator para que se ocorram vazamentos na rede de distribuição. Percebe-se isso no estudo prático da VMN, aonde ocorre naturalmente um aumento de pressão devido ao baixo consumo no período da madrugada. Nesta ocasião, vazões surgem, indiciando que existe consumo e que os mesmos são consequências de vazamentos.

Neste estudo percebe-se que o controle e redução de perdas é uma atividade bastante complexa e que nem sempre é entendida como tal. A principal deficiência encontrada neste setor é a falta de diagnósticos precisos sobre as causas e a evolução das perdas, bem como a forma de abordagem do problema. Neste cenário, observamos que a definição de uma metodologia adequada de determinação das perdas físicas é fundamental para o sucesso de um bom diagnóstico e para quantificar os seus componentes.

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

Para tanto, é necessário manter constantemente os estudos, e principalmente manter a pressão de operação da rede, pois problemas acarretam-se a partir do aumento da pressão. Efetuar pesquisas de vazamento com mais constância, investir em tecnologia dos equipamentos, e manter uma equipe capacitada é a solução para o alcance de metas que visem à redução do índice de perdas reais.

Assim, é de grande importância a condição física da rede de distribuição, pois os resultados dos estudos demonstram que a degradação da infraestrutura da rede em poucos anos, aumenta a vazão de vazamentos. Desta forma, o correto dimensionamento e execução da rede de distribuição são importantes para a prevenção da fadiga dos sistemas, buscando reduzir a necessidade de manutenções e reparos no sistema hidráulico, com o objetivo de reduzir as perdas reais.

Concluimos que no primeiro ano de operação do sistema, a equação 3 é a mais indicada no cálculo da perda real inevitável. A parcela da PRI é a mais significativa, coerente com a circunstância do fato de ser um sistema novo e ainda não apresentar deteriorações. Caso contrário, o valor da perda aparente estaria superestimado, não condizente a realidade.

A perda real inevitável tende a ser menor que a evitável, invertendo-se o conceito do primeiro ano de operação do sistema de abastecimento, onde a mesma foi considerada igual à zero. A perda real evitável tende a aumentar na medida em que o sistema de abastecimento envelhece e se ocasionam os vazamentos e fugas no sistema.

Acredita-se que a área de estudo apresenta características interessantes para a continuação do acompanhamento de estudos das parcelas de perdas de água. Para redução da perda aparente, ações como, a troca de medidores domiciliares torna um processo mais palpável de ser realizado em curto prazo, visto que o custo financeiro não geraria gastos muito altos para a companhia de saneamento, e o retorno investido rapidamente seria compensado, tanto para a saúde financeira da empresa, quanto para a conservação do meio ambiente.

Para redução da perda real do sistema estudado a substituição do material da rede de distribuição existente de PVC por um material tipo PEAD, por exemplo, seria benéfico no sentido de se reduzir pontos de vazamentos, pois redes executadas em PEAD permitem reduzir o número de conexões e juntas, além de ser um material mais flexível a variação da pressão e movimentação do próprio solo.

Em relação à conservação do meio ambiente, este estudo subsidia nas tomadas de ações em consideração aos recursos hídricos cada vez mais escassos e que já

## Quantificação das parcelas de perdas real e aparente em um sistema de abastecimento de água

apresentam indícios de preocupações com as gerações futuras, pois, existem diversos casos noticiados em que a falta de água causa transtornos para a comunidade.

Para às companhias responsáveis pela concessão do abastecimento de água e esgoto, a postergação de novos investimentos através da utilização de mananciais mais próximos e por mais tempo garantem uma maior sustentabilidade econômica e social para as empresas.

### 5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. S. **Controle de perdas na gestão sustentável dos sistemas de abastecimento de água.** Tese de Doutorado - Instituto Superior Técnico, universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2005.

ARREGUI, F; COBACHO, R.; SORIANO, J.; GARCIA SERRA, J. **Calculating the optimum level of apparent losses due to water meter inaccuracies.** In: Water Loss 2010, Specialist Conference. Proceedings. São Paulo-SP, 2010. 8p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Programa de controle e redução de perdas.** Diretoria Metropolitana de Distribuição, 2014.

GONÇALVES, Elton; GOUVÊA JUNIOR, Antônio Carlos de; OLIVEIRA, Juliana Moreira; GUIMARÃES, Gustavo Costa. **Determinação e controle de perdas na distribuição de água através do monitoramento da vazão mínima noturna.** In: IX SILUBESA - SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Porto Seguro, BA, 2000. (pp. 316- 643).

SOARES, Alexandre Kepler. **Calibração de modelos de redes de distribuição de água para abastecimento considerando vazamentos e demandas dirigidas pela pressão.** Tese de mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, SP. 2003.

LAMBERT, A., HIRNER, W., **“Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água: Terminologia Padrão e Medidas de Desempenho recomendadas”**, 2002.

MIRANDA, E. C.; KOIDE, S. **Indicadores de perdas de água: o que de fato, eles indicam?** In: Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental, 22., 2003, Foz do Iguaçu. Anais... Joinville, SC: ABES, 2003. p.1-21.

PNCDA – Programa Nacional de Comabe ao Desperdício de Água. **Guias práticos. Técnicas em operação dos sistemas de abastecimento de água.** Volume 4. 2007. 65 p.

TSUTIYA, Milton T. **Abastecimento de água.** São Paulo, SP. 2004. 643 p