

ALMIR VALÉRIO RAMOS

Análise da Viabilidade Econômica da Implantação de Telemedidores no  
Sistema de Distribuição de Água em uma Estação do Metrô de  
São Paulo

São Paulo

2016

ALMIR VALÉRIO RAMOS

Análise da Viabilidade Econômica da Implantação de Telemedidores no  
Sistema de Distribuição de Água em uma Estação do Metrô de  
São Paulo

Monografia apresentada para a conclusão  
do Curso de Especialização em  
Tecnologia Metroferroviária pela ESCOLA  
POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE  
SÃO PAULO.

São Paulo

2016

ALMIR VALÉRIO RAMOS

Análise da Viabilidade Econômica da Implantação de Telemedidores no  
Sistema de Distribuição de Água em uma Estação do Metrô de  
São Paulo

Monografia apresentada para a conclusão  
do Curso de Especialização em  
Tecnologia Metroferroviária pela ESCOLA  
POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE  
SÃO PAULO.

Área de concentração:  
Tecnologia Metroferroviária

Orientador:  
Prof. Dr. Paulo Sérgio Cugnasca

São Paulo

2016

Ramos, Almir Valério

Análise da Viabilidade Econômica da Implantação de Telemedidores no Sistema de Distribuição de Água em uma Estação do Metrô de São Paulo / A. V. Ramos -- São Paulo, 2016.

44 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia Metroferroviária) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1.CONSUMO DE ÁGUA I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro, absoluto e incontestável lugar, agradeço a Deus por me permitir viver esta experiência.

À minha família por me apoiar em todas as ocasiões que envolveram a minha dedicação a este feito, mesmo em detrimento de momentos mais descontraídos.

Ao Metrô de São Paulo, por prover e acreditar que, este seu colaborador é merecedor desta oportunidade de desenvolvimento profissional, aprimoramento técnico e relacionamento interpessoal.

Ao mestre Paulo Sérgio Cugnasca, pela disponibilidade, presteza e dedicação na orientação do desenvolvimento e execução deste trabalho.

Aos bons parceiros holísticos que foram colaboradores, constantes e permanentes, na realização deste trabalho.

A toda a 5ª turma do TMF, pelo companheirismo, pela união nos momentos difíceis e pela alegria nos momentos de descontração.

“A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo”.

*(Nelson Mandela – Madiba)*

## RESUMO

A finalidade deste trabalho é determinar o custo do uso da água em uma estação de passageiros padrão, operada pelo Metrô de São Paulo. O custo estudado deve contemplar o consumo efetivo do recurso assim como considerar as suas perdas em função das eventuais avarias nos componentes do sistema, acionamento de carros pipa e multas previstas em contrato quando da ultrapassagem de consumo do recurso hídrico negociado com a companhia de abastecimento. Busca-se então a implantação de novas tecnologias que visam atender às necessidades de controle para o uso mais adequado da água. Nesta linha de ação está sendo proposta a implantação dos telemedidores de consumo e nível nos reservatórios de água. O custo da implantação de um sistema de Telemetria do consumo de água para uma estação padrão pode ser justificado pela rápida tomada de ações corretivas em função de uma maior eficiência na detecção de vazamentos, pelo maior controle do consumo efetivo e por possibilitar a não ultrapassagem do consumo, evitando a aplicação de multas previstas em contrato e, portanto, contribuindo para a redução dos custos operacionais envolvidos no uso do recurso hídrico.

Palavras chave: Custo do consumo de água. Viabilidade da implantação de telemetria.

## **ABSTRACT**

The purpose of this study is to determine the cost of water use in a standard station operated by the São Paulo Metro. The cost studied should include the effective use of the resource as well as considering their losses in line with possible damage to the system components, kite car drive and fines provided for in the contract when the water resource consumption overtaking negotiated with the utility company. Search is then the implementation of new technologies that aim to meet the control needs to the most appropriate use of water. This course of action is being proposed deployment of telemetry consumption and water level in the reservoirs. The cost of deploying a Telemetry system of water consumption for a standard station can be justified by the rapid taking corrective actions due to greater efficiency in detecting leaks at greater control of actual consumption and allowed not exceeding the consumption, avoiding the fines provided for in the contract and thus contributing to the reduction of operational services involved in the use of water resources.

Keywords: Cost of water use. Viability of implantation of telemetry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Consumo de água potável nas estações do Metrô .....	15
Figura 2 – Consumo de água na Linha 1 – Azul .....	16
Figura 3 – Consumo de água na Linha 2 – Verde.....	17
Figura 4 – Consumo de água na Linha 3 – Vermelha .....	18
Figura 5 – Consumo de água na Linha 5 – Lilás.....	19
Figura 6 – Multas.....	21
Figura 7 – Bônus .....	22
Figura 8 – Planilha de lançamento de dados da leitura.....	24
Figura 9 – Planilha eletrônica de controle de consumo.....	25
Figura 10 – Arquitetura de teledímetros para uma estação padrão.....	29
Figura 11 – Gráfico do consumo de água da estação padrão no período.....	31
Figura 12 – Gráfico entre custos de perdas e implantação de telemetria .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos sanitários públicos do Metrô. ....	27
Tabela 2 – Consumo da estação padrão em m <sup>3</sup> e valor da conta .....	30
Tabela 3 – Ocorrências de falhas.....	32
Tabela 4 – Valores do m <sup>3</sup> de água fornecida por caminhão pipa .....	34
Tabela 5 – Distância e litros de água a serem fornecidos para a estação padrão ....	35
Tabela 6 – Acionamento de caminhão pipa da estação padrão.....	35
Tabela 7 – Compra de galões de 20 litros de água da estação padrão no período ..	37
Tabela 8 – Custo dos componentes do protótipo .....	38
Tabela 9 – Consumo total do sistema em m <sup>3</sup> e valor das perdas – Absoluto.....	40
Tabela 10 – Consumo total do sistema em m <sup>3</sup> e valor das perdas – Médio.....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANR	Estação Ana Rosa da Linha 1 – Azul
BTO	Estação São Bento da Linha 1 – Azul
CEC	Estação Santa Cecília da Linha 3 – Vermelha
CHES	Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da Sabesp
CMSP	Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô
GE5	Gerência de Empreendimento da Linha 5 – Lilás
GEM	Gerência do Empreendimento Linha 15 – Prata
GEO	Gerência do Empreendimento Linha 17 – Ouro
GMS	Gerência de Meio Ambiente
GMT	Gerência de Manutenção
GOP	Gerência de Operações do Metrô São Paulo
GRI	Gerência de Recursos e Infraestrutura
ITQ	Estação Itaquera da Linha 3 – Vermelha
PSO	Estação Paraíso da Linha 2 – Verde
RTTS	Regulamento de Tráfego, Transporte e Segurança
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAN	Estação Santana da Linha 1 – Azul
SSO	Sala de Supervisão Operacional
TMO	Terminal Metropolitano de Ônibus

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Justificativa .....	11
1.2	Objetivos.....	12
1.3	Estrutura do trabalho .....	12
2	CENÁRIO ATUAL.....	14
2.1	Consumo Anual das Estações.....	14
2.2	Consumo Médio Anual e Médio Mensal da Linha 1 – Azul.....	15
2.3	Consumo Médio Anual e Médio Mensal da Linha 2 – Verde .....	16
2.4	Consumo Médio Anual e Médio Mensal da Linha 3 – Vermelha.....	18
2.5	Consumo Médio Anual e Médio Mensal da Linha 5 – Lilás .....	19
2.6	Tarifação da Sabesp.....	19
2.7	Bônus e Ônus Contratuais.....	20
3	ESTRATÉGIAS OPERACIONAIS.....	23
3.1	Outras fontes de captação do recurso hídrico .....	25
3.2	Sanitários públicos.....	26
4	METODOLOGIA .....	28
4.1	Estudo de caso de consumo de água da estação padrão .....	28
4.2	Vazamentos.....	31
4.3	Acionamento de Caminhão Pipa.....	34
4.4	Compra de galões de água na estação padrão no período .....	36
4.5	Análise de custos do uso de água na estação padrão.....	37
4.6	Custo das perdas no sistema.....	39
4.7	Aplicabilidade da Telemetria .....	42
5	CONCLUSÕES.....	43
6	REFERÊNCIAS .....	44

## **1 INTRODUÇÃO**

Dentro do cenário atual de falta e mau uso do recurso hídrico é de suma importância que, principalmente, as grandes empresas, não dispensando a conscientização e a colaboração de cada cidadão, passem a investir firmemente na mitigação das causas desta situação cujos efeitos negativos afetam gravemente o planeta e comprometem em muito a existência humana.

Nesta linha de raciocínio e entendendo o seu papel enquanto empresa pública e cidadã, o Metrô vem desenvolvendo várias ações no sentido de racionalizar o uso do recurso hídrico em suas dependências e, ao mesmo tempo, preparando os seus colaboradores para a extensão desta conscientização para seus lares e áreas de convivência.

O desenvolvimento dos processos internos visa detectar e corrigir os desvios e aprimorar a gestão através da criação de controles a partir de planilhas e relatórios obtidos a partir das informações dos postos e seus pontos de abastecimento de água.

Aliada a esta necessidade, o Metrô entendeu ser oportuna a adoção e implantação de novas tecnologias para atender as necessidades de consumo de forma controlada e que busque evitar o desperdício do recurso na forma de perdas ou uso inadequado.

### **1.1 Justificativa**

A implantação de teledetectors, como ferramenta de grande auxílio no processo de detecção de desvios de consumo, visa atender às necessidades de controle para o uso mais adequado da água.

Nesta linha de ação está sendo proposta a implantação dos teledetectors de consumo e nível nos reservatórios de água. Com a aplicação da telemedição o que se busca é, de forma confiável e sistemática, agilizar a detecção de desvios de consumo de água e tomar, no tempo certo, as medidas cabíveis para a eliminação do desperdício.

Por outra vertente, está implantação tem grande potencial para contribuir nas oportunidades de negócios, permitindo ao Metrô, diante de um controle eficiente do uso da água, rever seus contratos de fornecimento e consumo junto ao fornecedor de abastecimento de água, visando a redução dos custos.

Esta iniciativa tem ainda a propriedade de criar uma maior interação das áreas da Companhia, desde as áreas nas quais ocorre o consumo e são coletados os dados, até as áreas que os processam e contribuem para o controle.

Vislumbra-se, também, a possibilidade de estender esta filosofia de uso controlado para outros processos da Companhia, visando a redução globalizada de custos nas mais diversas áreas de serviço.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo deste trabalho é analisar o custo do uso do recurso hídrico na operação das estações de passageiros do Metrô de São Paulo e conhecer o universo de suas perdas, buscando minimizá-las através da viabilidade econômica da implantação de telemetria do consumo e nível dos reservatórios existentes nas estações.

A implantação da telemetria visa o maior controle do uso deste recurso de forma a atender as necessidades operacionais e, concomitantemente, detectar em tempo hábil a ocorrência de perdas provocadas por vazamentos e evitar a ultrapassagem do consumo contratado, evitando multas e, portanto, contribuindo para a redução dos custos operacionais envolvidos no uso do recurso hídrico.

Com a aplicação da telemedição o que se busca é, de forma confiável e de acordo com os procedimentos operacionais que deverão ser implantados, agilizar a detecção de desvios de consumo e executar medidas corretivas rapidamente.

## **1.3 Estrutura do trabalho**

Este trabalho foi elaborado e organizado em algumas etapas, visando propor ao leitor, uma sequência que lhe permita uma visão da questão do uso da água no Metrô.

A primeira parte apresenta os objetivos e motivos que justificam a elaboração deste trabalho.

No capítulo 2, apresenta-se o cenário que compõe o consumo e as perdas do recurso hídrico, nas estações de passageiros das linhas operacionais do Metrô.

O capítulo 3 trata das iniciativas do Metrô, voltadas para conter as perdas do sistema, reduzir o consumo e o custo da água.

No capítulo 4, é desenvolvido um estudo de caso de uma estação padrão, objetivando levantar os custos da implantação de telemedidores, em comparação ao custo das perdas do sistema.

Finalizando, no capítulo 5, são apresentadas as conclusões do estudo da implantação de telemetria em uma estação do Metrô, do ponto de vista da viabilidade econômica.

## **2 CENÁRIO ATUAL**

No atual estado da arte existe grande dificuldade na detecção de vazamentos causados por uma grande variedade de motivos e que acabam por onerar fortemente a Metrô em função das ultrapassagens de padrão de consumo contratado.

O consumo excessivo do recurso, muitas vezes em função de vazamentos, traz no seu bojo a inclusão do Metrô entre as organizações que são constantemente multadas pela Companhia de Saneamento Básico de São Paulo – SABESP.

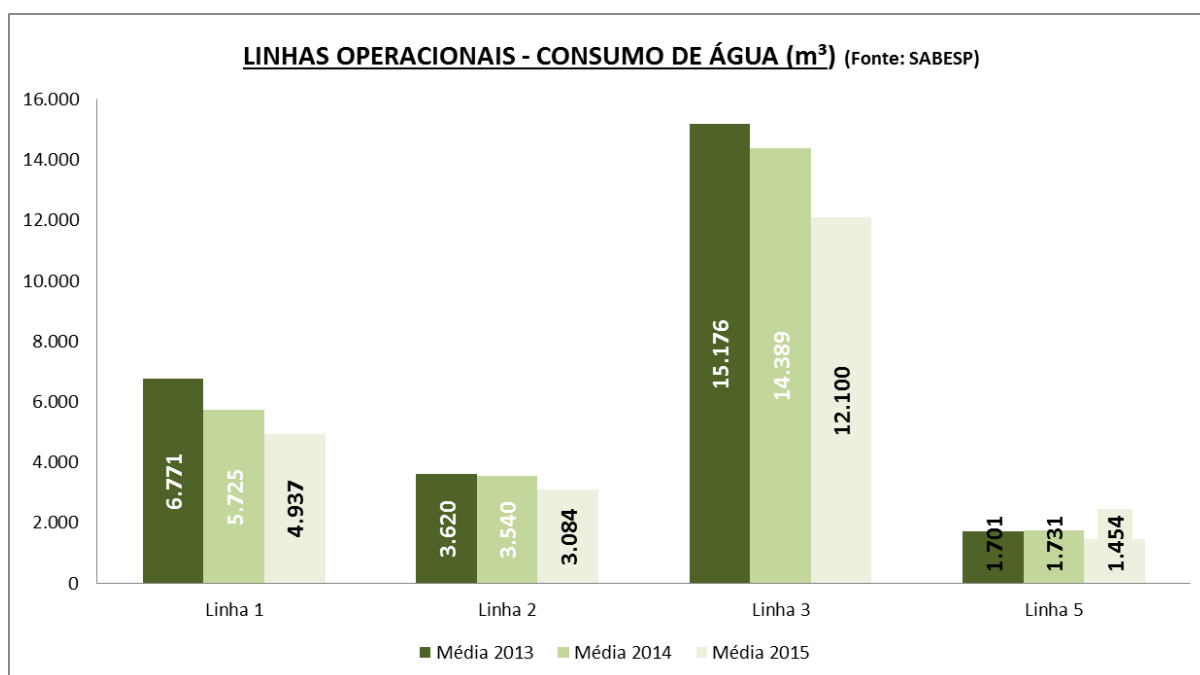
Somado a este fator monetário negativo, coloca-se a questão da imagem do Metrô, que como empresa cidadã tem por obrigação zelar pelo patrimônio público e contribuir para a preservação do recurso hídrico.

### **2.1 Consumo Anual das Estações**

No escopo deste trabalho, para fundamentar a base de dados da estação padrão alvo do estudo de custo do consumo de água, tomar-se-á como referência o acompanhamento realizado pela Gerência de Operação do Metrô de São Paulo – GOP a partir de janeiro de 2015 até os dados coletados e processados em Maio de 2015. Vale salientar que o registro e controle de dados de consumo permanecem e devem se tornar ainda mais criterioso à medida que forem aprimorados os métodos e recursos disponíveis e a serem desenvolvidos.

Na figura 1 são demonstrados os perfis de consumo de água potável em cada uma das quatro linhas operadas pelo Metrô, comparando o consumo anual das estações nos anos de 2013 e 2014 e este comportamento até maio de 2015.

Figura 1 – Consumo de água potável nas estações do Metrô



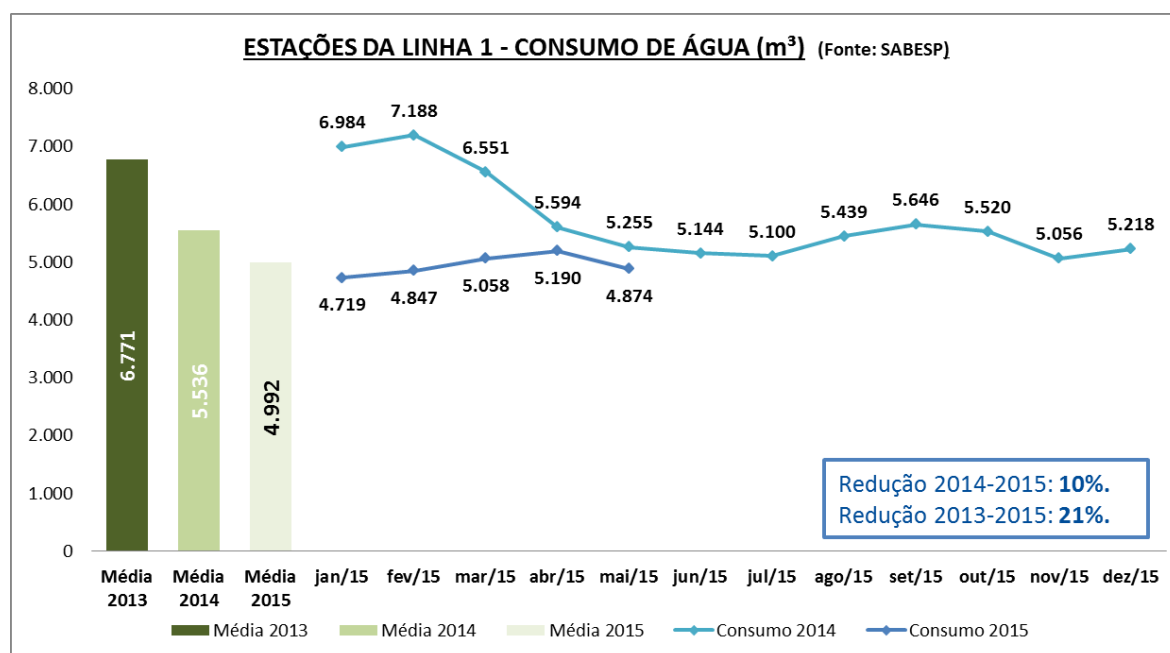
Fonte: Relatório Técnico GMS 007/2015

Nota-se, na figura 1, uma tendência de redução de consumo no decorrer do ano de 2015, em função das medidas que já foram e que estão sendo tomadas no que se referem à melhoria dos equipamentos, instalações, procedimentos, assim como, na conscientização dos colaboradores, no uso do recurso.

## 2.2 Consumo Médio Anual e Médio Mensal da Linha 1 – Azul

Na figura 2 mostra-se a média anual de consumo da Linha 1- Azul nos anos de 2013 e 2014 e o consumo mensal de janeiro a maio de 2015.

Figura 2 – Consumo de água na Linha 1 – Azul



Fonte: Relatório Técnico GMS 007/2015

Observa-se que até o mês de maio de 2015, a Linha 1 – Azul apresentou redução de consumo de água potável de 21% em relação à média de 2013 e de 10% em relação à média de 2014.

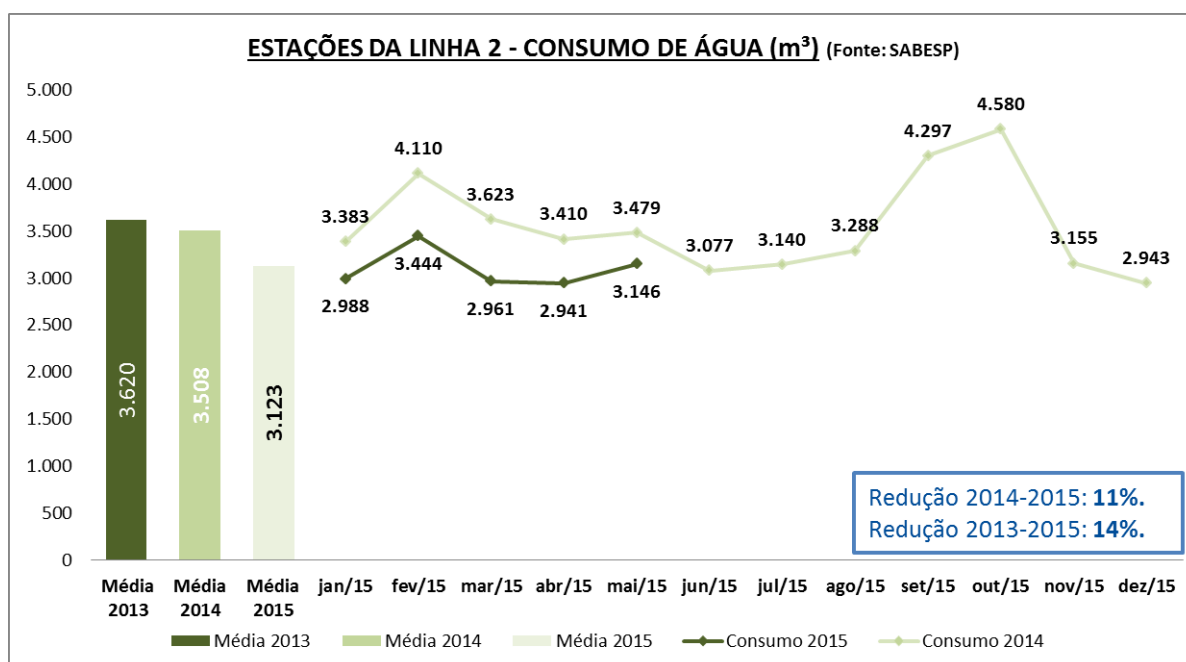
As seguintes ações foram realizadas para a redução do consumo:

- Substituição de 22 bacias sanitárias antigas para as bacias de 6 litros/fluxo em três grandes estações da linha, com grande fluxo de passageiros e número elevado de empregados, tais como São Bento, Santana e Ana Rosa;
- Foram solucionados grandes vazamentos em algumas estações no início de 2014.

### 2.3 Consumo Médio Anual e Médio Mensal da Linha 2 – Verde

Na figura 3 mostra-se a média anual de consumo da Linha 2 – Verde nos anos de 2013 e 2014 e o consumo mensal de janeiro a maio de 2015.

Figura 3 – Consumo de água na Linha 2 – Verde



Fonte: Relatório Técnico GMS 007/2015

Observa-se que as Estações da Linha 2 – Verde não apresentaram redução significativa entre 2013 e 2014. Entretanto, nos primeiros meses de 2015, com relação às médias de 2013 e 2014, houve redução de 14% e 11%, respectivamente.

As seguintes ações foram realizadas para a redução do consumo:

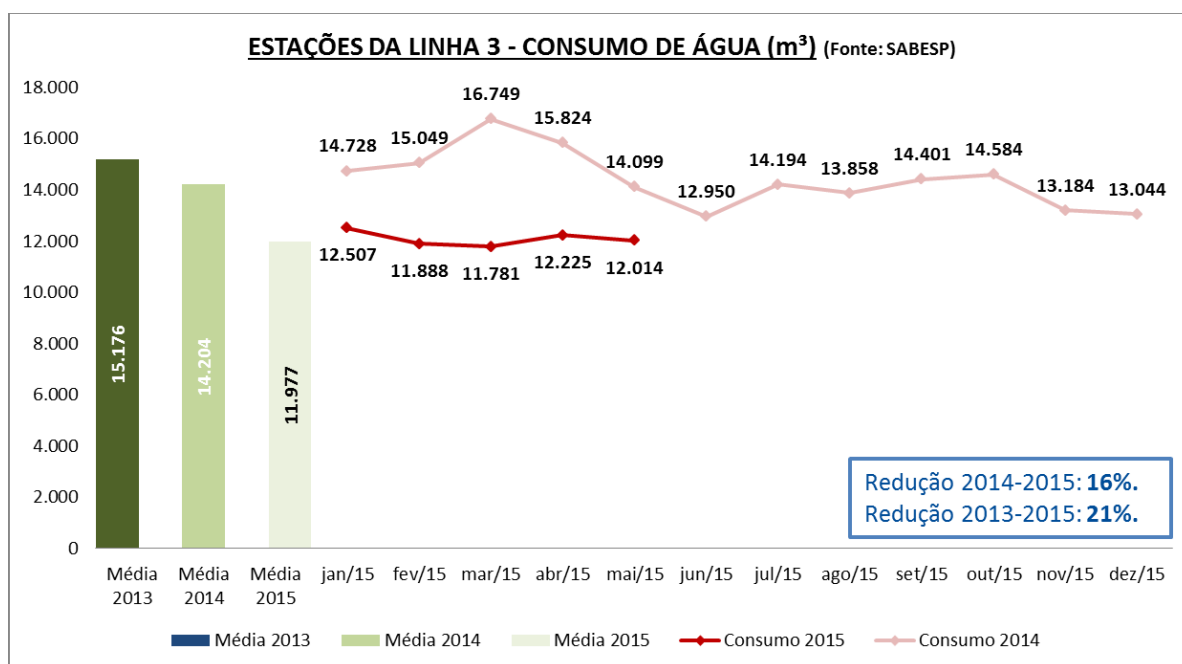
- Substituição de 8 bacias sanitárias antigas para as bacias de 6 litros/fluxo na estação Paraíso;
- Alteração na periodicidade da irrigação dos jardins e limpeza das estações.

O consumo de água das estações da Linha 2 – Verde tem ainda como particularidade o fato de se realizarem nesta Linha, em especial na Avenida Paulista, várias atividades culturais ao ar livre, festividades, manifestação de movimentos populares e demais eventos que contribuem para um aumento de consumo devido ao deslocamento de funcionários para estas estações e aumento de demanda de usuários.

## 2.4 Consumo Médio Anual e Médio Mensal da Linha 3 – Vermelha

Na figura 4 mostra-se a média anual de consumo da Linha 3 – Vermelha nos anos de 2013 e 2014 e o consumo mensal de janeiro a maio de 2015.

Figura 4 – Consumo de água na Linha 3 – Vermelha



Fonte: Relatório Técnico GMS 007/2015

Observa-se que a Linha 3 – Vermelha apresentou, até maio de 2015, redução de consumo de água potável de 21% em relação à média de 2013 e de 16% em relação à média de 2014.

As seguintes ações foram realizadas para a redução do consumo:

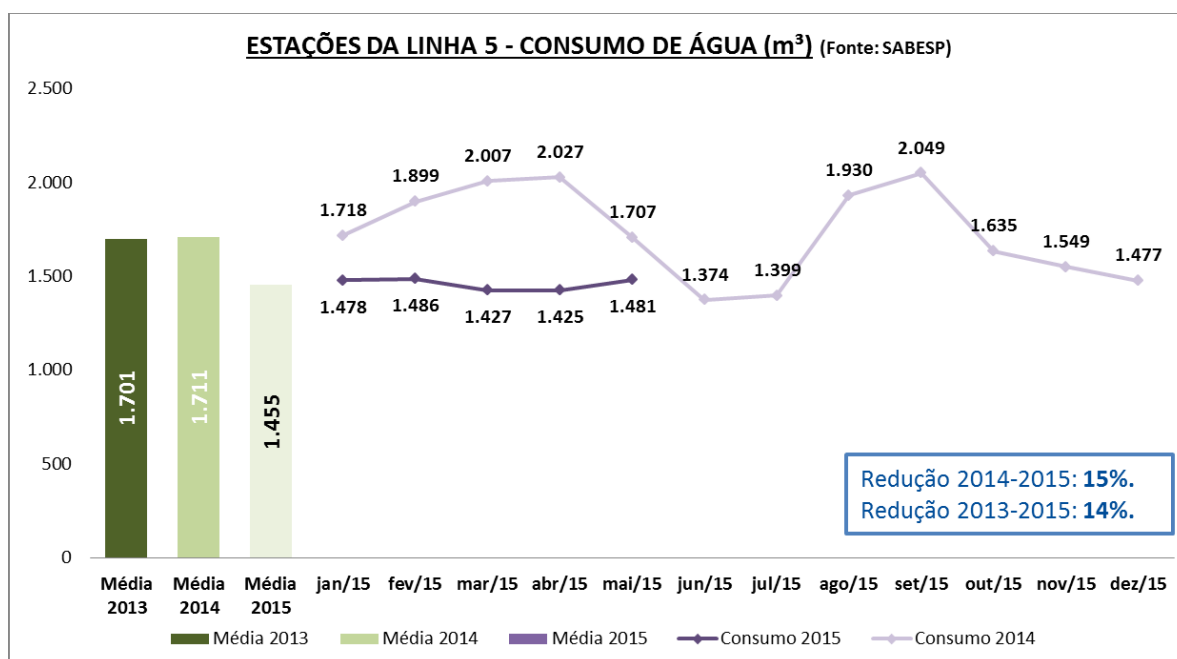
- Alteração na periodicidade da irrigação dos jardins e limpeza das estações;
- Finalização de várias obras de melhoria das estações.

No ano de 2014, realizou-se um diagnóstico do consumo de água potável na Linha 3 – Vermelha, usando a Estação Carrão como piloto do estudo. Constatou-se que os maiores consumos, aproximadamente 70%, ocorrem nos sanitários públicos instalados nos terminais metropolitanos de ônibus. A Linha 3 – Vermelha tem 15 sanitários públicos. Por esta razão, a média de consumo é maior que nas demais linhas, visto que, 10 destes sanitários públicos estão instalados em TMO.

## 2.5 Consumo Médio Anual e Médio Mensal da Linha 5 – Lilás

Na figura 5 mostra-se a média anual de consumo da Linha 5 – Lilás nos anos de 2013 e 2014 e o consumo mensal de janeiro a maio de 2015.

Figura 5 – Consumo de água na Linha 5 – Lilás



Fonte: Relatório Técnico GMS 007/2015

Com relação à Linha 5 – Lilás ainda não é possível traçar um perfil confiável de consumo do recurso pelo fato desta ainda ser uma linha em expansão e para tanto muitas obras continuam em andamento e, portanto, com alto consumo de água. Como exemplo desta realidade houve em 2014 a inauguração da Estação Adolfo Pinheiro, dentre outras, que compõem o traçado da linha.

## 2.6 Tarifação da Sabesp

A partir de 04/06/2015 as tarifas da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo – Sabesp, para fornecimento de água potável ao Metrô, qualificado como cliente na categoria de Uso Comercial e Industrial com ligação de água com consumo igual ou superior a 500 m<sup>3</sup>/mês, foram reajustadas em 15,2414 %, passando a vigorar o valor de R\$ 8,90/m<sup>3</sup> para a tarifa de água e esgoto, conforme o

Comunicado 04/2015 publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 05/05/2015. (CHESS, 2015)

O Metrô mantém junto à concessionária de fornecimento de água – Sabesp a modalidade de contrato de Demanda Firme, em que o volume da demanda contratada para os serviços de água e coleta de esgotos é superior a 40.000 m<sup>3</sup>/mês, o que permite a tarifação reduzida citada. (CHESS, 2015)

## **2.7 Bônus e Ônus Contratuais**

Dentre as várias ações adotadas pela Sabesp no sentido de reduzir o consumo do recurso hídrico e atenuar os efeitos negativos da crise de abastecimento, foi criado o Programa Bônus (Programa de incentivo à Redução de Consumo). Este programa tem por finalidade contribuir para a redução da vazão de retirada do sistema Cantareira e, para tanto, busca incentivar na população a mudança de hábitos no uso da água, alterando rotinas domésticas que levem à redução do consumo (CHESS, 2015).

A implantação do programa se deu em fevereiro de 2014, primeiramente na região do Sistema Cantareira e estendeu-se para os demais sistemas com as seguintes regras de concessão:

- Para todos os clientes, indistintamente, dentro das áreas de abrangência do programa, haverá como meta reduzir em 20% (vinte por cento) o consumo de água em relação à média de consumo dos meses de fevereiro/2013 a janeiro/2014;
- A meta estabelecida constará na conta do cliente;
- O cliente que atingir a sua meta terá uma bonificação de 30% (trinta por cento) nos valores cobrados de água e esgoto, mesmo que esteja dentro da faixa de consumo mínimo de até 10 m<sup>3</sup>. (CHESS, 2015).

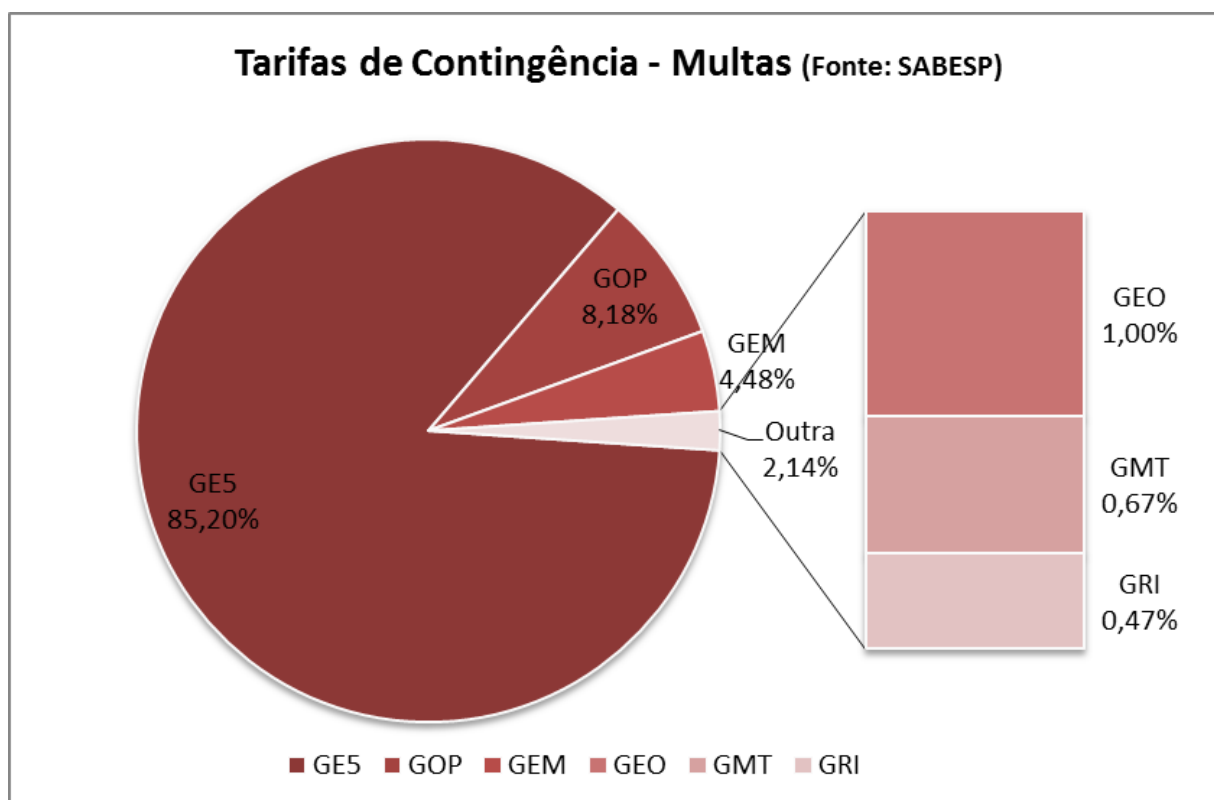
Após aproximadamente um ano da implantação do programa verificou-se, que muitos clientes mantiveram o consumo acima da média, o que levou a Sabesp, com a finalidade de inibir este consumo, a criar a tarifa de contingência, que penaliza o cliente cujo consumo mensal ultrapasse a média apurada no período de fevereiro/2013 a janeiro/2014.

Esta tarifa é aplicada inclusive a clientes que têm contrato de Demanda Firme, como é o caso do Metrô. O valor da tarifa de contingência é de 40% sobre o valor da tarifa de água para a ultrapassagem de até 20% sobre a média do consumo, ou de 100% sobre a tarifa de água, se a ultrapassagem for superior a 20% da média.

O Metrô, de fevereiro a maio de 2015, recebeu 165 multas. Desse total, 85,20% do valor das multas foram aplicadas em locais, sob a responsabilidade, da Gerência do Empreendimento Linha 5 – GE5.

Conforme a figura 6, especificamente quanto ao início de 2015, os aumentos de consumo que geraram ônus/multas ao Metrô relacionadas à Gerência de Operações, constituíram 8,18% das multas.

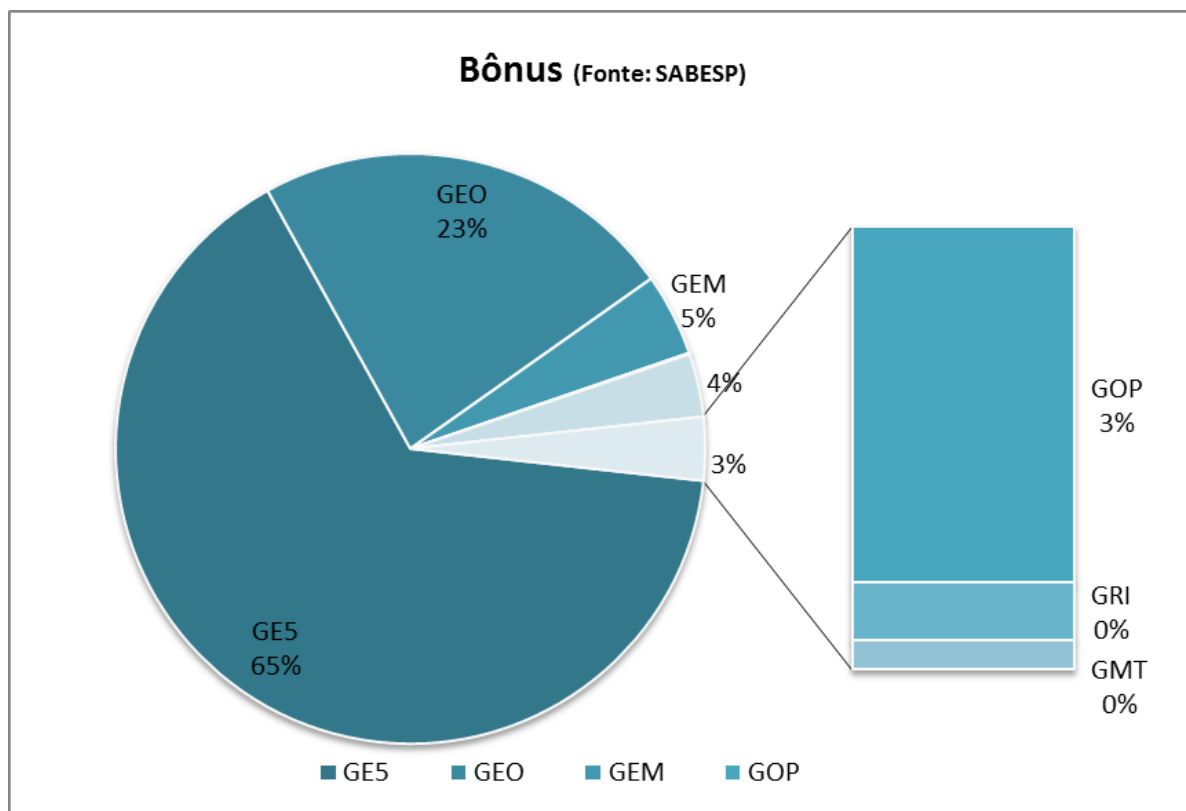
Figura 6 – Multas



Fonte: Relatório Técnico GMS 007/2015

No sentido inverso, a Gerência de Operações foi responsável por apenas 3,0% dos Bônus recebidos da Concessionária, conforme demonstrado no gráfico da figura 7.

Figura 7 – Bônus



Fonte: Relatório Técnico GMS 007/2015

### **3 ESTRATÉGIAS OPERACIONAIS**

Visando auxiliar e padronizar a leitura de consumo dos hidrômetros de todos os postos e o envio dos dados para controle, foram implantados novos procedimentos que vieram facilitar essa tarefa, tornando mais ágil o rastreamento de vazamentos, e outros problemas e desvios que acabam por acarretar em maior consumo de água na operação do sistema.

Dentre as alterações de procedimento implantadas, destaca-se a realização da leitura diária em todos os hidrômetros instalados na estação de passageiros, assim como dos sanitários públicos e Terminais Metropolitano de Ônibus – TMO, quando existentes.

A leitura, dentro das condições operacionais do posto, deve ser realizada sempre no mesmo horário, de forma que o acompanhamento do consumo seja, o mais próximo possível, do real.

Também consta do procedimento, conforme mostra a figura 8, uma tabela para consulta de causas prováveis na identificação das alterações de consumo. Os dados apontados nesta planilha são processados por um setor específico da Gerência de Operações - GOP e subsidiam a elaboração dos relatórios de consumo de água mensal e anual do sistema. (CMSP, PO 13-305-A02, Ago.2015)

Figura 8 – Planilha de lançamento de dados da leitura

POSTO: BGD		LEITURA DOS HIDRÔMETROS		
<b>RGI</b>	79444113			
<b>HIDRÔMETRO</b>	Y11L145578			
<b>ENDEREÇO</b>	AV. PAULISTA S/N			
<b>FINALIDADE</b>	ESTAÇÃO			
<b>MEDIÇÃO</b>	TURNO MANHÃ até às 10h00			
<b>ACUMULADO</b>		MÉDIA MENSAL	133	
DATA	CONSUMO	LEITURA	OBSERVAÇÃO	
01/09/2015				
02/09/2015				
03/09/2015				
04/09/2015				
05/09/2015				
06/09/2015				
07/09/2015				
08/09/2015				
09/09/2015				
10/09/2015				
11/09/2015				
12/09/2015				
13/09/2015				
14/09/2015				
15/09/2015				
16/09/2015				
17/09/2015				
18/09/2015				
19/09/2015				
20/09/2015				
21/09/2015				
22/09/2015				
23/09/2015				
24/09/2015				
25/09/2015				
26/09/2015				
27/09/2015				
28/09/2015				
29/09/2015				
30/09/2015				

Fonte: CMSP, PO 13-305-A02

A figura 9 apresenta uma planilha eletrônica na qual são lançados os dados de consumo e que calcula, automaticamente, o consumo de água e permite observar, se este está dentro da média diária de consumo do posto. Caso haja elevação do consumo acima da média, o campo da planilha destinado a esta informação apresentará coloração avermelhada, sinalizando ao operador a necessidade de identificação da causa e sequencialmente a adoção de medidas corretivas.

É considerado aceitável o consumo de até 10% acima da média diária (CMSP, PO 13-305-A02, Set.2015).

Figura 9 – Planilha eletrônica de controle de consumo

POSTO: JPA		LEITURA DOS HIDRÔMETROS		MÊS: Julho		
RG1	517337495		767640870			
HIDRÔMETRO	B07X004798		Y10L287884			
ENDEREÇO	R. LEÔNICIO DE MAGALHÃES,1000		AV. DR. ZUQUIM			
FINALIDADE	ESTAÇÃO		SE RETIFICADORA			
MEDIÇÃO	TURNO MANHÃ até às 10h00		TURNO MANHÃ até às 10h00			
ACUMULADO	<b>132</b>	MÉDIA MENSAL 141	<b>8</b>	MÉDIA MENSAL 43		
DATA	CONSUMO	LEITURA	OBSERVAÇÃO	CONSUMO	LEITURA	OBSERVAÇÃO
01/07/2015	2	5.442			112	
02/07/2015	1	5.443			112	
03/07/2015	2	5.445			112	
04/07/2015	2	5.447			112	
05/07/2015	2	5.449			112	
06/07/2015	2	5.451			112	
07/07/2015	1	5.452			112	
08/07/2015	4	5.456			112	
09/07/2015	1	5.457		1	113	
10/07/2015	3	5.460			113	
11/07/2015	4	5.464			113	
12/07/2015	1	5.465			113	
13/07/2015	3	5.468			113	
14/07/2015	3	5.471			113	
15/07/2015	2	5.473			113	
16/07/2015	3	5.476			113	
17/07/2015	3	5.479			113	
18/07/2015	3	5.482			113	
19/07/2015	3	5.485			113	
20/07/2015	<b>65</b>	5.550	OU DR50941 BOIA QUEBRADA		113	
21/07/2015		5.550			113	
22/07/2015		5.550			113	
23/07/2015	2	5.552			113	
24/07/2015	1	5.553		<b>7</b>	120	OU DR7693
25/07/2015	4	5.557			120	
26/07/2015	3	5.560			120	
27/07/2015	1	5.561			120	
28/07/2015	3	5.564			120	
29/07/2015	4	5.568			120	
30/07/2015		5.568			120	
31/07/2015	4	5.572			120	

Fonte: CMSP, PO 13-305-A02

### 3.1 Outras fontes de captação do recurso hídrico

A fim de minimizar os custos de consumo de água, o Metrô vem implantando processos nos quais se busca a utilização de água de reuso, águas pluviais e da chuva.

As estações Sacomã (SAC), Tamanduateí (TTI) e Vila Prudente (VPT) estão equipadas com novos sistemas que possibilitam, o reaproveitamento das fontes de água supracitadas, para utilização em vasos sanitários, lavagem de acessos e limpeza das estações, o que acarretará num forte impacto positivo na redução dos custos de uso de água potável. A Companhia também utiliza as águas dos lençóis pluviais para a lavagem de vias. (Relatório de Sustentabilidade – Metrô 2014)

### **3.2 Sanitários públicos**

Os sanitários públicos representam uma particularidade do sistema metroviário, tendo em vista, principalmente, que apresentam elevado consumo de água por conta do grande contingente de pessoas que fazem o seu uso. Mais particular ainda é o fato de que estas pessoas não são necessariamente usuárias do sistema metroviário, ou seja, não adentram a área remunerada das estações e nem tão pouco usam o transporte.

Decorre que grande parte dos usuários de sanitários públicos instalados nas dependências do Metrô, principalmente nas estações integradas a TMO, são moradores de rua e fazem uso dos sanitários para as mais diversas necessidades, que vão desde as fisiológicas, até a subtração de água para a preparação de alimentos, para o banho, para a lavagem dos vidros dos automóveis, roupas e utensílios.

O Metrô tem grande dificuldade em combater este uso inapropriado, visto que o efetivo do corpo de segurança não pode exercer apenas esta função e, agregado a este contexto, existe ainda a questão social de negar o recurso a que tem necessidade, não tem outra fonte disponível e nem condições para obtê-lo.

Apresenta-se, agora, na tabela 1, um cenário da disponibilidade de sanitários públicos ao longo das estações do Metrô, exceção feita ao de Itaquera (ITQ), que tem o seu uso restrito à administração do *shopping center* anexo à estação.

Tabela 1 – Distribuição dos sanitários públicos do Metrô.

<b>Linha 1 - Azul</b>	<b>Linha 2 - Verde</b>	<b>Linha 3 - Vermelha</b>		<b>Linha 5 - Lilás</b>
Conceição – uso público	Vila Prudente – uso público	Itaquera – Administração Shopping	Brás – uso público	Capão Redondo – uso público
Vila Mariana – uso público	Tamanduateí – uso público	Artur Alvim – uso público	Pedro II – uso público	Campo Limpo – uso público
Ana Rosa – uso público	Sacomã – uso público	Patriarca – uso público	Sé – uso público	Santo Amaro – uso público
São Bento – uso público	Paraíso – uso público	Vila Matilde – uso público	República – uso público	
Armênia – uso público	Vila Madalena – uso público	Guilhermina Esperança – uso público	Santa Cecília – uso público	
Santana – uso público		Penha – uso público	Marechal Deodoro – uso público	
		Carrão – uso público	Barra Funda – uso público	
		Belém – uso público		

Fonte: Relatório Técnico GMS 007/2015

As estações da Linha 3 – Vermelha apresentam maior consumo de água, devido a quantidade de sanitários públicos lá instalados, aproximadamente o triplo da Linha 1 – Azul. Como apresentado na tabela 3 não existem sanitários públicos em todas as estações do sistema, o que por si só contribui para um menor consumo de água pelas razões expostas acima.

A não obrigatoriedade da existência de sanitários públicos em todas as estações do sistema está regulamentada no RTTS (Regulamento de Transporte, Tráfego e Segurança); documento que rege a prestação de serviço da Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô. (Decreto N. 15.012. de 7 de Abril de 1978).

## **4 METODOLOGIA**

Para a elaboração da análise de custo do uso de água em uma estação de passageiros do Metrô, será considerada uma estação de porte médio, que esteja integrada a um terminal de ônibus metropolitano e que possua sanitários públicos.

O objetivo é levantar o comportamento do consumo de água dessa estação no período de janeiro a junho de 2015, considerando todos os eventos que compõem este custo, desde a leitura dos hidrômetros, os acionamentos de carro pipa, a compra de galões de água para consumo do quadro operativo e eventuais multas por ultrapassagem do consumo contratado junto à Sabesp, assim como eventuais bônus em função de o consumo ter ficado abaixo da média.

Levantado este custo, a proposta é agora determinar o custo da implantação da telemetria do consumo do recurso hídrico potável nesta estação. O custo desta implantação deve ser estabelecido considerando-se os valores de mercado dos componentes do protótipo do sistema de telemetria, visto que os custos de projeto, de desenvolvimento de software, da instalação e da manutenção não são tratados neste momento. Existe a possibilidade, de parte destes processos, serem desenvolvidos pelo corpo técnico disponível nos recursos humanos da empresa.

### **4.1 Estudo de caso de consumo de água da estação padrão**

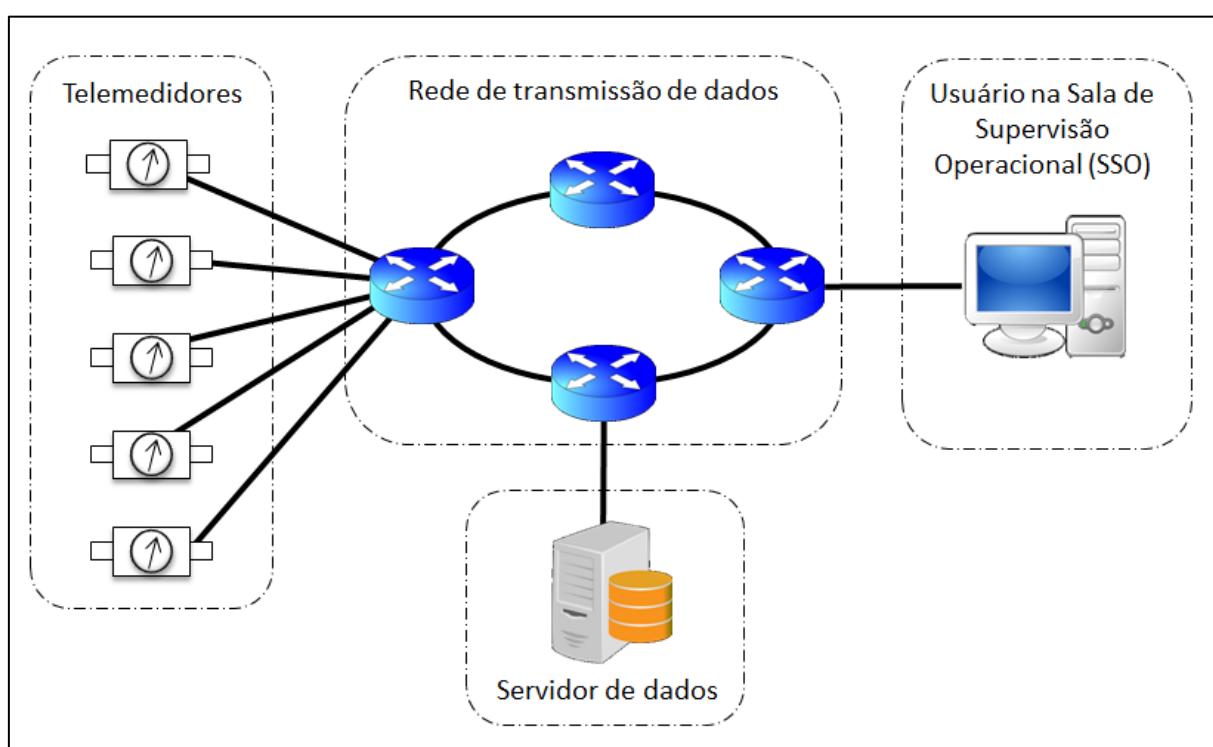
Para efeito de estudo do consumo de água e aplicabilidade da telemetria do consumo e nível de água dos reservatórios da estação padrão serão apontados os dados de consumo da estação no período de seis meses, mais precisamente no período entre janeiro e junho de 2015, no qual, para esta estação será estabelecido o consumo médio neste intervalo, os valores em reais das contas cobradas pela Sabesp, os desvios de consumo atribuídos a vazamentos e a outros fatores, tais como obras e eventos diferenciados.

Também serão relacionados os acionamentos de caminhão pipa, com os respectivos fornecimentos em metros cúbicos e os valores correspondentes, além da compra de galões de água.

Neste estudo de caso é considerada uma estação padrão, na qual estão instalados 5(cinco) hidrômetros, utilizados para atendimento de fornecimento de água para as dependências internas da estação, para os sanitários públicos externos, para o TMO integrado à estação, para as áreas ajardinadas e também para a subestação retificadora controlada pela estação.

Na figura 10 está representada a arquitetura da distribuição de telemedidores de água potável para atendimento destas instalações.

Figura 10 – Arquitetura de telemedidores para uma estação padrão



Fonte: do Autor

A implantação da telemetria do consumo e nível de água dos reservatórios propõe a instalação de um telemedidor por hidrômetro e cuja monitoração será feita pelo usuário a partir do computador instalado na Sala de Supervisão Operacional (SSO) da estação.

Na tabela 2 está representado o consumo médio da estação padrão durante o ano de 2014 por finalidade de uso, ou seja, o consumo da estação de passageiros, propriamente dita, o destinado à reserva de incêndio, o referente à jardinagem dos acessos da estação, o da subestação elétrica retificadora e o do terminal de ônibus.

Tabela 2 – Consumo da estação padrão em m<sup>3</sup> e valor da conta

LOCAL	FINALIDADE	CONSUMO MÉDIO 2014	CONSUMO JAN 2015	CONSUMO FEV 2015	CONSUMO MAR 2015	CONSUMO ABR 2015	CONSUMO MAI 2015	CONSUMO JUN 2015	CONSUMO TOTAL 2015	MÉDIA MENSAL 2015	CONSUMO MÉDIO DIÁRIO 2015
ESTAÇÃO PADRÃO	ESTAÇÃO	62	66	60	61	57	57	50	351	59	2
	INCÊNDIO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	JARDIM	5	1	1	0	0	0	1	3	0,5	0
	S.E.RETIF.	49	20	40	29	26	27	27	169	28	1
	Terminal Ônibus (SP)	511	512	365	433	436	384	364	2494	416	14
	TOTAL	628	599	466	523	519	468	442	3017	503	17
VALOR EM R\$ DA CONTA MENSAL			9.487,40	6.764,00	7.974,40	7.903,20	6.995,40	6.870,80			

Fonte: do Autor

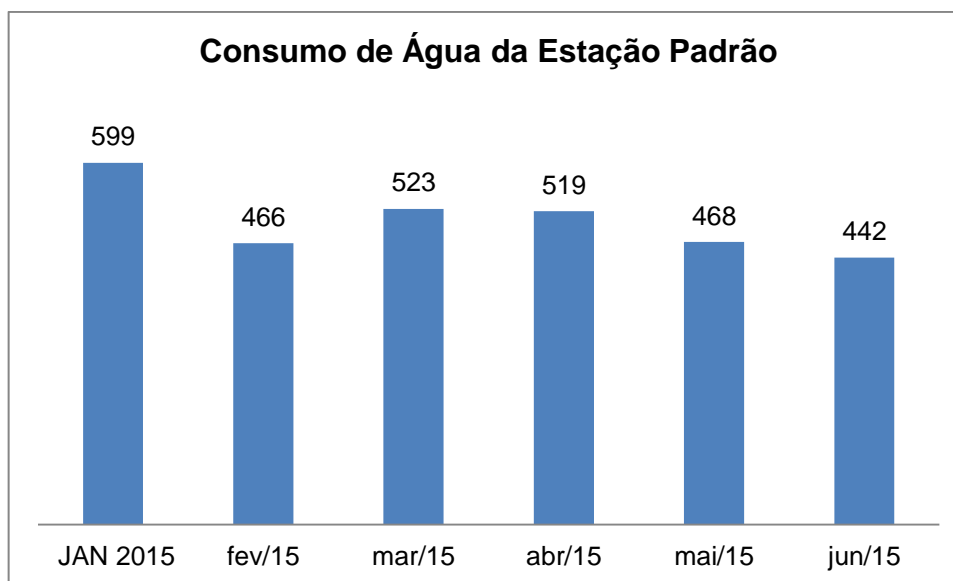
É apontado também, o consumo de água mensal destes postos, no período de janeiro a junho de 2015. Para este período foi levantado o valor em reais da conta de consumo de água emitida pela Sabesp.

Observa-se, que o consumo foi maior durante o mês de janeiro de 2015, e começou a apresentar queda a partir dos meses seguintes e conseqüentemente uma redução no valor da conta, em função da sazonalidade e das medidas restritivas impostas ao consumo.

Com relação à média de consumo de água no ano de 2014, que foi de 628 m<sup>3</sup>, houve uma redução de 20% nos primeiros seis meses de 2015, no qual a média mensal de consumo de água foi de 503 m<sup>3</sup>.

O gráfico da figura 11 indica que o maior consumo no período, se deu durante o mês de janeiro de 2015, visto que coincide com o pico do verão, época em que as temperaturas são muito altas e por consequência direta há um aumento significativo no consumo de água. Por outro lado, analisando a tabela 3 de ocorrências de falhas, observa-se que, neste mês, o número de ocorrências foi o menor do período, apenas oito (8) contra picos de dezenove (19) como no mês de abril. Atribui-se, então, o aumento de consumo basicamente em função do calor.

Figura 11 – Gráfico do consumo de água da estação padrão no período



Fonte: do Autor

A redução de 20% na média de consumo dos primeiros seis meses de 2015 com relação à média do ano 2014 foi sustentada pela aplicação de estratégias operacionais e ações de manutenção e substituição de componentes do sistema por elementos de melhor tecnologia e desempenho.

Nota-se, também, que a média de consumo mensal vem caindo no decorrer dos meses, em função do maior controle, aplicado no próprio consumo e no tratamento das falhas que acarretam vazamentos.

É importante frisar que as medidas restritivas ao consumo de água surtiram grande efeito, não só pela redução do valor da conta, mas efetivamente pela redução significativa do consumo de água em m<sup>3</sup>. Este resultado demonstra que o Metrô agiu firmemente, na busca do objetivo de reduzir o consumo de água na execução de suas atividades.

## 4.2 Vazamentos

A tabela 3 apresenta todas as ocorrências de falhas no sistema de distribuição que resultaram em perdas de água na estação padrão.

Tabela 3 – Ocorrências de falhas

Descrição do Pedido de Serviço	Data início	Data fim	Hora início	Hora fim
Caixa d'agua com vazamento drenovazandosala20	05/01/2015	05/01/2015	23:21:11	13:55:22
Caixa d'agua com vazamento drenovazandosalat20	09/01/2015	12/01/2015	23:26:29	10:50:58
Caixa d'agua com vazamento sl 22 vest manutenção	22/01/2015	23/01/2015	15:26:47	17:44:29
Caixa de descarga com defeito box isolado	25/01/2015	26/01/2015	10:08:35	14:36:38
Caixa de descarga com defeito não aciona	26/01/2015	27/01/2015	07:39:51	14:19:37
Encanamento quebrado ou danif.flexível bebedouro	28/01/2015	29/01/2015	20:34:07	17:47:52
Encanamento quebrado ou danificado sala t05	29/01/2015	30/01/2015	13:49:22	15:25:07
Hidrante com vazamento Oc. A h8b	30/01/2015	02/02/2015	10:15:50	03:53:16
Hidrante com vazamento h 02	03/02/2015	05/02/2015	16:34:34	00:33:53
Outros - 2 válvula inoperantes	05/02/2015	06/02/2015	12:45:28	08:39:03
Outros - válvula com defeito 2 box	11/02/2015	13/02/2015	18:29:25	15:29:46
Outros - válvula hidra inop	11/02/2015	13/02/2015	14:02:18	09:26:52
Outros - válvula c/defeito	11/02/2015	13/02/2015	10:31:20	03:00:46
Outros - válvula com defeito	15/02/2015	16/02/2015	09:03:14	15:25:28
Outros - válvula quebrada	18/02/2015	20/02/2015	14:11:35	08:13:11
Registro com defeito - box 5 descarga com defeito	25/02/2015	27/02/2015	20:01:42	15:24:01
Registro com defeito - sala 20 vazamento	27/02/2015	02/03/2015	09:49:22	08:41:27
Torneira com defeito	01/03/2015	03/03/2015	08:23:49	14:59:35
Torneira com defeito	02/03/2015	03/03/2015	14:12:52	08:31:17
Torneira com defeito - box pcd torn sem pressão	03/03/2015	04/03/2015	05:35:54	14:35:31
Torneira com defeito - torneira de parede quebrada	04/03/2015	05/03/2015	05:39:23	14:38:34
Torneira com vazamento	04/03/2015	06/03/2015	09:20:24	09:36:27
Torneira com vazamento - torneira pia solta	04/03/2015	06/03/2015	09:19:27	13:21:28
Tubulacao com vazamento - mangueira danificada	05/03/2015	06/03/2015	14:36:50	20:55:45
Tubulacao com vazamento	07/03/2015	11/03/2015	10:00:08	09:56:51
Válvula com vazamento	07/03/2015	11/03/2015	08:18:56	14:57:25
Válvula com vazamento	08/03/2015	11/03/2015	11:13:52	09:23:39
Válvula com vazamento	09/03/2015	12/03/2015	14:02:05	21:34:04
Válvula com vazamento	09/03/2015	12/03/2015	03:32:17	14:20:55
Válvula com vazamento	10/03/2015	12/03/2015	07:09:57	02:02:49
Válvula com vazamento	11/03/2015	16/03/2015	11:09:57	15:18:48
Válvula com vazamento	14/03/2015	16/03/2015	20:18:25	17:46:08
Válvula com vazamento	18/03/2015	20/03/2015	15:10:00	19:02:39
Válvula com vazamento	26/03/2015	27/03/2015	10:26:08	09:07:24
Válvula com vazamento - 02box-01	01/04/2015	02/04/2015	08:02:07	10:39:31
Válvula com vazamento - 03 box	02/04/2015	04/04/2015	06:53:42	01:40:13
Válvula com vazamento - 2 box válvula inoperante	02/04/2015	03/04/2015	16:39:28	21:21:58
Válvula com vazamento - 2 válvulas não funcionam	04/04/2015	04/04/2015	17:11:00	15:31:53
Válvula com vazamento - box	04/04/2015	04/04/2015	08:03:34	09:41:23
Válvula com vazamento - box 01	06/04/2015	07/04/2015	05:43:29	15:19:36

Válvula com vazamento - box 1 e 2	06/04/2015	07/04/2015	20:29:47	17:27:37
Válvula com vazamento - box 1 e 4	07/04/2015	09/04/2015	15:42:13	15:40:24
Válvula com vazamento - box deficiente	08/04/2015	10/04/2015	17:42:05	19:24:11
Válvula com vazamento - box normal	12/04/2015	14/04/2015	07:29:09	09:07:36
Válvula com vazamento - box pcd	12/04/2015	14/04/2015	07:27:52	09:05:52
Válvula com vazamento - box pcd válvula quebrada	13/04/2015	14/04/2015	18:25:25	01:11:29
Válvula com vazamento - box com válvula inoperante	13/04/2015	14/04/2015	16:40:58	21:24:08
Válvula com vazamento - box válvula inoperante	17/04/2015	19/04/2015	18:27:01	16:23:59
Válvula com vazamento - box1/box4 quebrada	22/04/2015	23/04/2015	16:16:41	22:16:53
Válvula com vazamento - box4	27/04/2015	28/04/2015	20:15:49	18:07:17
Válvula com vazamento - box4e5 não fecham a descar	27/04/2015	28/04/2015	05:32:32	09:10:31
Válvula com vazamento - descarga direta	27/04/2015	27/04/2015	15:16:16	08:43:16
Válvula com vazamento - hidra com vazamento	30/04/2015	30/04/2015	07:19:16	08:34:46
Válvula com vazamento - inoperante	05/05/2015	06/05/2015	14:20:51	22:01:04
Válvula com vazamento - vaso com vazamento	07/05/2015	08/05/2015	13:04:08	14:28:29
Válvula com vazamento - válvula com defeito	07/05/2015	08/05/2015	08:12:27	15:31:18
Válvula com vazamento - válvula hidra	11/05/2015	12/05/2015	05:13:06	08:53:23
Válvula com vazamento - válvula inoperante	11/05/2015	12/05/2015	22:10:57	14:17:23
Válvula com vazamento - válvula não funciona	14/05/2015	14/05/2015	13:35:48	14:46:59
Vaso sanitário com vazamento	15/05/2015	18/05/2015	15:04:49	18:58:36
Vaso sanitário com vazamento - 3 vasos	16/05/2015	19/05/2015	20:28:30	17:26:41
Vaso sanitário com vazamento - box 3	18/05/2015	19/05/2015	19:59:38	15:22:55
Vaso sanitário com vazamento - box1 e box3	18/05/2015	19/05/2015	15:02:17	18:01:39

Fonte: Documento Interno da Gerência de Manutenção

Verifica-se que a grande maioria das ocorrências no período levantado se concentraram nas válvulas com vazamento e, em geral, tais falhas foram abertas e solucionadas em períodos inferiores a 48 horas.

Contudo, fica a questão da detecção do problema, que pode ter tido sua origem em um momento bastante anterior, agravando a perda de água.

Neste sentido foram muito importantes, as revisões de procedimentos operacionais, que aumentaram o número de inspeções e leituras no sistema e, como uma das consequências, auxiliaram na detecção de falhas em tempos menores e na tomada de ações corretivas mais rapidamente.

### 4.3 Acionamento de Caminhão Pipa

O acionamento de caminhão pipa é regulamentado por procedimento operacional dentro do escopo do Metrô e no âmbito municipal deve obedecer às leis vigentes para circulação e estacionamento destes veículos, conforme os horários de restrição na circulação de caminhões na cidade de São Paulo.

- De segunda a sexta-feira das 05h às 21h;
- Aos sábados das 10h às 14h (Decreto Municipal nº 49.478).

O valor em reais do m<sup>3</sup> de água potável, fornecido por caminhão pipa, varia em função de vários fatores que se estendem desde o volume do fornecimento, da distância até o cliente e da demanda do período.

No caso do Metrô é feita a contratação de uma empresa fornecedora, que segue regras definidas, que dão maior segurança a Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, quanto aos valores e compromisso de fornecimento.

Na tabela 4, são apresentados os valores contratuais praticados entre o Metrô e a empresa de prestação de serviço de abastecimento de água potável por caminhão pipa.

Tabela 4 – Valores do m<sup>3</sup> de água fornecida por caminhão pipa

Capacidade em m <sup>3</sup>	Valor em Reais	Valor por m <sup>3</sup>
5	371,48	74,20
10	564,69	56,47
15	615,88	41,10
20	799,16	39,95

Fonte: do Autor

Em função da capacidade de armazenamento de água nos reservatórios de água da estação, as solicitações de abastecimentos são feitas para caminhão pipa com carga de 10 m<sup>3</sup> de água. Trata-se de uma capacidade média de fornecimento, visto que, as solicitações em um único acionamento podem variar de 5 a 20 m<sup>3</sup>. Para a relação custo/benefício, é o fornecimento que se mostra mais viável no caso da

estação padrão, considerando-se que quanto maior o volume fornecido, menor o valor do m<sup>3</sup>, conforme apresentado na tabela 4.

Para o atendimento da falta de água na estação padrão, por caminhão pipa, o fornecedor deve disponibilizar a mangueira de abastecimento de acordo com a metragem, necessária para cumprir a distância, entre o ponto de estacionamento do veículo e o reservatório de água a ser abastecido, conforme tabela 5.

Tabela 5 – Distância e litros de água a serem fornecidos para a estação padrão

<b>Localidade</b>	<b>Mangueira em metros</b>	<b>Litros</b>
Estação	87	3.000
TMO	90	6.000

Fonte: do Autor

A tabela 6 apresenta os meses, no período avaliado de janeiro a junho de 2015, em que a estação padrão sofreu falta de água, da rede normal de distribuição da Sabesp, e se fez necessário o acionamento de caminhão pipa para o fornecimento de água potável nas quantidades nela registradas, assim como o custo deste fornecimento em reais.

Tabela 6 – Acionamento de caminhão pipa da estação padrão no período

<b>Janeiro</b>		<b>Fevereiro</b>		<b>Março</b>		<b>Abril</b>		<b>Mai</b>		<b>Junho</b>	
Valor R\$	m <sup>3</sup>	Valor R\$	m <sup>3</sup>	Valor R\$	m <sup>3</sup>	Valor R\$	m <sup>3</sup>	Valor R\$	m <sup>3</sup>	Valor R\$	m <sup>3</sup>
0	-	5.183,77	91	9.035,20	160	2.258,80	40	7.341,10	130	5.985,82	106

Fonte: do Autor

A estação teve, durante o mês de março/2015, um maior volume de consumo de água potável fornecida por caminhão pipa (160 m<sup>3</sup>). Este fato foi devido ao grande número de falhas, que acarretaram vazamentos (17 ocorrências, conforme tabela 2), neste mês.

#### **4.4 Compra de galões de água na estação padrão no período**

Diante da falta de fornecimento de água potável por qualquer problema relacionado ao fornecedor, via caminhão pipa, e em caráter emergencial, até mesmo para cobrir a eventual demora ou dificuldade de abastecimento por caminhão pipa, a supervisão da estação de passageiros tem a possibilidade de lançar mão do recurso de compra de galões de água potável.

O uso deste recurso foi muito efetivo nos piores momentos da crise ocorrida no primeiro semestre de 2015. Este fato se deu, em primeira instância porque o fornecimento de água potável por caminhão pipa acabava por não obedecer a uma regularidade de atendimento, em termos de horário, fator final de semana, e outras interferências comuns em se tratando do auge da crise.

Outro fator determinante é o relativo à confiabilidade do quadro operativo quanto ao consumo humano de água potável fornecida por um caminhão pipa. Embora a qualidade seja atestada e aprovada pela companhia, existe a crença, junto ao quadro operativo de que a qualidade da água potável disponibilizada em galões plásticos é superior à fornecida pelo caminhão pipa e oferece maior segurança ao consumo humano.

Constata-se que, foi comum no período, a compra de galões de água mesmo com acionamento do caminhão pipa. A estação padrão, em estudo, teve como média mensal a solicitação de 30 galões de água de 20 litros. O preço médio do galão de água de 20 litros variou conforme a demanda do período, permeando entre os valores de R\$10,00 e R\$15,00.

Por estes dados, considerando o valor de pico, chega-se ao custo médio mensal de consumo de galões de água de 20 litros no valor de R\$ 465,00 e, no semestre, de R\$ 2790,00.

Dentro do período analisado, janeiro a junho de 2015, observou-se que o mês com maior número de solicitações de galões de água se deu no mês de março, em correspondência ao maior número de acionamentos de caminhão pipa e de detecção e tratamento de vazamentos na estação.

A tabela 7 mostra a quantidade de galões de água de 20 litros, comprados e consumidos pela estação padrão, no primeiro semestre de 2015.

Este consumo manteve-se praticamente constante durante o semestre, visto que, o quadro operativo de empregados da estação, utilizou apenas está água para consumo próprio.

Tabela 7 – Compra de galões de 20 litros de água da estação padrão no período

Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
Valor R\$	gal	Valor R\$	gal	Valor R\$	gal	Valor R\$	gal	Valor R\$	gal	Valor R\$	gal
480	34	450	30	540	36	450	30	450	30	420	28

Fonte: do Autor

#### 4.5 Análise de custos do uso de água na estação padrão

O custo total e consumo de água da estação padrão no período de janeiro a junho de 2015 é determinado pelo consumo apontado e registrado pela Sabesp, pelos valores relativos aos acionamentos de caminhões pipa e pelas solicitações de galões de água.

Dentro do consumo apontado pela Sabesp estão inseridas as perdas do sistema, principalmente em função de vazamentos. Expurgando-se o mês de maior consumo no período, ocasionado por fator específico, neste caso o alto verão, verifica-se que o consumo médio mensal da estação padrão no período é de 484 m<sup>3</sup>.

Sendo este o consumo médio, entende-se que as ultrapassagens significaram perdas, provocadas principalmente por vazamentos na rede, que no período representaram aproximadamente 74m<sup>3</sup> de água desperdiçada. Dentro da estrutura tarifária, vigente à época, esta perda atingiu o valor de R\$ 1.170,00.

Este valor corresponde a 2,55%, do total das tarifas de consumo de água, pagas para a Sabesp, no período considerado na análise.

#### 4.5.1 Custo dos componentes do sistema telemetria na estação

Conforme mostrado na tabela 8, a estação padrão, para a qual se aplica este estudo, possui 5 (cinco) hidrômetros para os quais os custos de instalação do protótipo, usando-se valores de mercado, perfaz o valor de R\$ 196,00 por unidade.

Tabela 8 – Custo dos componentes do protótipo

Quantidade	Descrição	Valor Unitário	Total Geral
05	Modulo <i>Ethernet</i> Shield para Arduino	R\$ 52,00	R\$ 260,00
05	Arduino Uno R3 com cabo USB	R\$ 38,00	R\$ 190,00
05	Módulo RTC 1307	R\$ 20,00	R\$ 100,00
05	Bateria 9V	R\$ 16,00	R\$ 80,00
05	Sensor de fluxo ½"	R\$ 40,00	R\$ 200,00
Diversos	Resistores, fios, fita isolante, botões, conectores	R\$ 30,00	R\$150,00
-	-	<b>R\$ 196,00</b>	<b>R\$ 980,00</b>

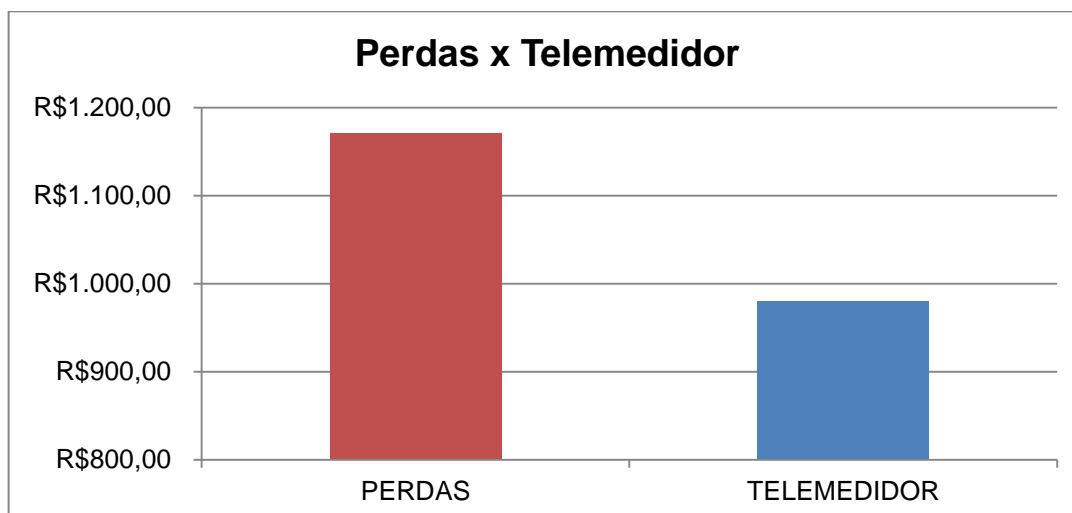
Fonte: do Autor

Para a instalação em todos os cinco hidrômetros da estação padrão o custo atinge o montante de R\$ 980,00 considerando os preços dos componentes do protótipo praticados no mercado, lembrando-se que não estão sendo considerados aqui, os custos de projeto, de desenvolvimento de software, de instalação e de mão de obra.

#### 4.5.2 Custo dos componentes do protótipo de telemetria com relação às perdas

O gráfico da figura 12 mostra que o custo da implantação do sistema de telemetria do consumo de água na estação, dentro dos parâmetros avaliados, mostra-se extremamente baixo, principalmente se comparado aos valores que significaram perdas dentro do período estudado.

Figura 12 – Gráfico entre custos de perdas e implantação de telemetria



Fonte: do autor

Dividindo-se os valores das perdas, mensalmente no período, chega-se ao valor de R\$ 234,00, ou seja, superior ao custo do sistema instalado em cada um dos hidrômetros, que conforme levantado, tem o custo unitário de R\$196,00.

Diante deste comparativo, entende-se que a implantação do sistema se mostra plenamente viável do ponto de vista econômico. Por outro lado, esta implantação traz, no seu bojo, mais uma iniciativa singularmente significativa do Metrô, no sentido de contribuir com a necessidade de melhor uso do recurso hídrico.

Economizar água é atitude acentuadamente necessária e afirmativa, e o maior controle do consumo, buscando a eliminação dos desperdícios, compõe proposta de sustentabilidade indispensável. Esta atitude tende a contribuir com a solidificação de uma imagem ainda mais positiva da empresa com relação ao seu usuário, seus colaboradores e com a sociedade.

#### 4.6 Custo das perdas no sistema

Para dimensionar as perdas no sistema é considerado o consumo de todas as estações das linhas operacionais do Metrô durante o ano de 2015 e verificado o consumo médio de cada uma das linhas.

Uma vez determinado este consumo médio, são considerados como perdas os valores absolutos que se apresentarem acima deste consumo. A este consumo

excedente em m<sup>3</sup>, é aplicada a tarifa praticada pela concessionária – Sabesp, no valor de R\$ 8,90/m<sup>3</sup>, tanto para água quanto para o esgoto, ou seja, a tarifa de R\$ 17,80/m<sup>3</sup> cobrada a partir de junho de 2015.

A tabela 9 apresenta o consumo médio mensal de água de cada linha operacional do Metrô, inclusive da Linha 15 – Prata, no ano de 2014, assim como o consumo total e a média mensal de consumo durante o ano de 2015.

Tabela 9 – Consumo total do sistema em m<sup>3</sup> e valor das perdas – Absoluto

Local	Média mensal 2014	Total 2015	Média mensal 2015	Consumo absoluto acima da média	Valor das perdas em R\$	Quantidade de protótipos telediodor
L1 - Azul	6971	52279	4357	1417	25.222,60	128
L2 - Verde	3381	41089	3424	835	14.863,00	75
L3 - Vermelha	14530	140485	11707	3252	57.885,60	295
L5 - Lilás	1895	18325	1527	378	6.728,40	34
L15 - Prata	78	2569	214	367	6.532,60	33
<b>Total</b>	-	<b>254747</b>	-	<b>6249</b>	<b>111232,20</b>	<b>565</b>

Fonte: do autor

O consumo médio de 2015 apresenta queda com relação à 2014 na Linha 1 - Azul, na Linha 3 – Vermelha e também na Linha 5 – Lilás, enquanto que na L2 – Verde apresentou pequena elevação. A Linha 15 – Prata apresentou aumento de consumo em função da ampliação do horário de operação comercial.

Na tabela 9 a coluna referente ao consumo absoluto acima da média, foi obtida a partir dos consumos mensais acima da média anual de 2015. Estes consumos foram somados e totalizaram os valores das perdas para cada linha. Estas perdas, assim determinadas, representaram 2,45% do consumo total de água no sistema no ano de 2015.

A tabela 10 também apresenta o consumo médio mensal de água de cada linha operacional do Metrô, inclusive da Linha 15 – Prata, no ano de 2014, assim como o consumo total e a média mensal de consumo durante o ano de 2015. Contudo, neste caso, adotou-se como critério para determinação das perdas, os valores de

consumo somente nos meses em que os mesmos se apresentaram acima da média mensal do ano de 2015. Estes valores foram somados e o resultado foi dividido pelo número de meses em que ocorreram estas ultrapassagens. O valor obtido foi comparado à média anual e o excedente considerado como perda.

Tabela 10 – Consumo total do sistema em m<sup>3</sup> e valor das perdas – Médio

Local	Média Mensal 2014	Total 2015	Média Mensal 2015	Consumo Médio acima da Média	Valor das perdas em R\$	Quantidade de protótipos telediodor
L1 - Azul	6971	52279	4357	236	4.200,80	21
L2 - Verde	3381	41089	3424	139	2.474,20	12
L3 - Vermelha	14530	140485	11707	406	7.226,80	36
L5 - Lilás	1895	18325	1527	63	1.121,40	5
L15 - Prata	78	2569	214	94	1.673,20	8
<b>Total</b>	-	<b>254747</b>	-	<b>938</b>	<b>16.696,40</b>	<b>82</b>

Fonte: do autor

Analisando a tabela 10 observa-se que estas perdas, assim determinadas, representaram 0,37% do consumo total no ano de 2015. Pelo critério utilizado na tabela 9, o recurso comprometido pelas perdas é muito mais elevado e fazendo esta escolha seria permitida a obtenção de todos os protótipos de telediodor necessários para a instalação, em cada um dos hidrômetros instalados nas estações, e em outros pontos da rede, caso se pretendesse implementar o projeto. Seria possível ainda usar parte destes recursos em outras etapas do processo, tais como desenvolvimento de software e instalações.

Para ser mais criterioso e próximo da realidade, considerando que em alguns meses o consumo ficou significativamente abaixo da média mensal do ano de 2015, adotou-se como critério mais adequado para a obtenção das perdas o utilizado na elaboração da tabela 10.

Considerando o valor de cada protótipo, expresso na tabela 8, e referenciando-o aos valores das perdas, expostos na tabela 10, observa-se que estes cobrem o custo de 82 unidades do protótipo do telediodor apresentado.

Por este critério e considerando as cinco linhas operadas pelo Metrô, onde estão instalados atualmente nas estações 131 hidrômetros, caso fosse adotada a alternativa de instalar um telemedidor por hidrômetro, com a receita destas perdas, se evitadas, seria possível a montagem de 62,6% dos dispositivos necessários.

#### **4.7 Aplicabilidade da Telemetria**

Atestar que a implantação de um sistema de telemetria do consumo e nível dos reservatórios de água, nas estações de passageiros do Metrô de São Paulo é técnica e economicamente viável.

Tal expectativa baseia-se na perspectiva de que a mesma venha a minimizar os desperdícios causados pelos vazamentos que passarão a ser detectados rapidamente permitindo a tomada de ações no menor intervalo de tempo possível.

Somado a este ganho operacional imediato vinculasse a questão do controle mais eficiente do consumo, de forma a evitar a sua elevação acima dos padrões médios registrados.

Vislumbram-se também as possibilidades de melhores oportunidades de negócios, visto que com a implantação de um sistema de controle mais eficiente no consumo de água, abrem-se novas frentes de tratativas comerciais com o fornecedor de abastecimento de água (Sabesp), podendo proporcionar significativa redução nas tarifas contratuais e conseqüentemente nos custos operacionais do uso do recurso hídrico.

Voltando o olhar para dentro do Metrô, a proposta e as ações de controle do consumo do recurso hídrico vêm trazendo para a empresa uma contínua e abrangente interação entre as diversas áreas de serviço, desde as áreas que geram os dados referentes aos usos do recurso até os departamentos envolvidos com o processo de controle do consumo de água. Esta interação tem o potencial de fomentar melhorias nos demais controles de custos do Metrô.

## 5 CONCLUSÕES

Desde o início deste trabalho, apresentava-se a tarefa de apurar, com a maior transparência possível a situação do consumo de água dentro do sistema operacional da Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô. A pesquisa procurou apontar as dificuldades encontradas no controle do consumo e, particularmente, ao relacionado à questão das perdas do sistema.

Evidenciou-se ao longo deste processo que as perdas são significativas, financeiramente falando, mas ainda mais onerosas quando se observa do ponto de vista da sustentabilidade e da preservação do recurso hídrico, no momento em que acusa e aponta para a realidade do desperdício deste recurso tão vital para a humanidade.

Felizmente, foi possível averiguar que a instalação de telemetria de medição do nível dos reservatórios de água tem custo essencialmente baixo e ínfimo perante as melhorias de controle do consumo que oferece. Contribui, firmemente, para a construção de uma nova mentalidade e de uma nova atitude do Metrô, de seus colaboradores e de seus usuários, com relação ao valor associado à disponibilidade do recurso hídrico.

A implantação da telemetria do consumo e nível dos reservatórios de água se mostra economicamente viável, e fortalece na empresa, a visão da necessidade de inovação permanente e de sustentabilidade.

## 6 REFERÊNCIAS

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. Documento Interno da GOP, **PO 13-305-A02 – Acompanhamento do Consumo de Água dos Postos Operativos**, São Paulo, Out.2015.

\_\_\_\_\_ Documento interno da GOP, **PO 13-305-A01 – Falta de Abastecimento de Água nas Estações e no CCO**, São Paulo, Out.2015.

\_\_\_\_\_ Documento interno da GMS, **Relatório Técnico 007/2015**, São Paulo, Out.2015.

\_\_\_\_\_ Relatório **Sustentabilidade 2014**. Disponível em <http://www.metro.sp.gov.br/metro/sustentabilidade/relatorios-sustentabilidade.aspx> Acesso em Out. 2015.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Documento **CHES- Crise Hídrica, Estratégias e Soluções da Sabesp**, São Paulo, 30 de abril 2015, disponível em <[www.sabesp.com.br](http://www.sabesp.com.br)>, acesso em: out. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, **Decreto nº49.478, de 12 de maio de 2008, estabelece normas para o trânsito de caminhões e para operações de carga e descarga em estabelecimentos situados no Município de São Paulo**, disponível em <[https://www3.prefeitura.sp.gov.br/caminhoes\\_zmrc/Forms/frm010\\_Entrada.aspx](https://www3.prefeitura.sp.gov.br/caminhoes_zmrc/Forms/frm010_Entrada.aspx)>, acesso em: nov.2015.