

## Uso racional e reuso de água em empreendimentos construídos: estudo de caso no clube-escola Sesi Vila Leopoldina – São Paulo

*Use and reuse of water in commercial buildings: a case study in the club-school sesi vila leopoldina – Sao Paulo*

Giovanna Guido Chaves<sup>1</sup>; Tatiana Loesch Martins<sup>2</sup>; Rodrigo de Freitas Bueno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduação em engenharia ambiental pelo Centro Universitário SENAC.

<sup>2</sup>Graduação em engenharia ambiental pelo Centro Universitário SENAC.

<sup>3</sup>Doutor em engenharia civil pela EPUSP.

{gi-guido@hotmail.com; tatiana\_loesch@hotmail.com; rodrigo.fbueno@sp.senac.br}

**Resumo.** A conservação da água é considerada hoje uma necessidade real e crescente em decorrência da escassez nas fontes de abastecimento das cidades, seja pela ausência de planejamento, qualidade ou quantidade nos corpos hídricos. Cada vez mais as indústrias, empresas e instituições estão preocupadas com o grande consumo de água em seus processos e sistemas prediais. Este trabalho teve como objetivo principal a realização de um diagnóstico do consumo de água no Clube-Escola SESI e a indicação de medidas potenciais para construção de um Plano preliminar de Conservação e Reuso de Água (PCRA) no empreendimento. O projeto foi dividido em três etapas: o levantamento de dados primários e secundários, a vistoria e setorização dos hábitos de consumo e a elaboração de medidas de redução e reuso de água no local. Os resultados apontaram que o reuso de água é viável, tendo um retorno de investimento de 4 meses e 5 dias e que a proposta de substituição de equipamentos poderá reduzir a demanda de água em 1.176 m<sup>3</sup>/mês, na cozinha, sanitários e vestiários.

Palavras chaves: uso racional e reuso de água; programa de conservação de água; estabelecimentos comerciais; sustentabilidade.

**Abstract.** Nowadays the water conservation is considered a real and growing necessity to shortages in the supply sources of cities, for the absence of planning, quality or quantity in water resources. Increasingly the industries, companies and institutions are concerned with the large consumption of water in their processes and building systems. This work aims to conduct an assessment of the water consumption in the Club and School SESI and the indication of potential measures for construction of a Conservation and Water Reuse Program (PCRA) on the enterprise. The study was divided into three main stages: a survey of primary and secondary data, the survey of consumer habits and the compartmentalization of water demand per activities and the possibility of reducing consumption and the opportunity of water reuse on site. The results showed that water reuse is viable, having a payback of 4 months and 5 days and that the proposed replacement of equipment may reduce the demand for water in 1.176 m<sup>3</sup>/month, in the kitchen, toilets and changing rooms.

Keywords: rational use and reuse of water; conservation and water reuse program; commercial establishments; sustainability

**InterfacEHS** – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade

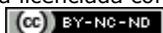
Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac

ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>

E-mail: [interfacehs@sp.senac.br](mailto:interfacehs@sp.senac.br)

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



## 1. Introdução

Na Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Água e Meio Ambiente de 1992 foi registrado um critério básico para a gestão de recursos hídricos: a água é um recurso finito e vulnerável, essencial para a manutenção da vida, do desenvolvimento e do meio ambiente (HESPANHOL, 2008). No entanto, o volume de água potável disponível para consumo tem se tornado cada vez mais escasso. O equilíbrio entre demanda e oferta de água em grandes centros urbanos encontra-se em risco.

No Estado de São Paulo a disponibilidade hídrica *per capita* de água superficial em 1996 era de 3.014 m<sup>3</sup>/hab.ano de acordo com a Agência Nacional de Águas (2002), passando para 2.398 m<sup>3</sup>/hab.ano em 2007 e após três anos houve uma queda de 12 m<sup>3</sup>, totalizando uma disponibilidade hídrica de 2.386 m<sup>3</sup>/hab.ano indicando uma situação de atenção no ano de 2010 (SIGRH, 2013).

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH, 2013) as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRH que apresentam os menores índices de disponibilidade *per capita* são as que concentram maior população, entre elas encontra-se a Bacia do Alto Tietê onde está localizada a cidade de São Paulo. Segundo Hespanhol (2008), diante da tendência de contínuo crescimento populacional e industrial, a disponibilidade hídrica tende a diminuir ao longo do tempo, enquanto os recursos hídricos disponíveis são mantidos aproximadamente constantes em termos de vazão. Em termos de qualidade a situação mostra-se precária, dado que a política pública de tratamento de esgoto empregado não se aplica para o volume total gerado. Em 2010 a proporção de efluente doméstico coletado em relação ao volume total gerado foi de 86%, indicando que 14% do esgoto são dispostos nos corpos hídricos do estado de SP (SIGRH, 2013).

Diante deste cenário geral, se faz necessário aprimorar estudos referentes à conservação de água potável. Segundo May (2009) a substituição de fontes se mostra como uma alternativa para conservar este bem. O aproveitamento das águas pluviais e a prática do reuso de água podem atender demandas menos restritivas, deixando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico (HESPANHOL; MIERZWA, 2005).

A prática do reuso proporciona benefícios ambientais significativos, pois em certas condições, pode reduzir a poluição hídrica por meio da minimização da descarga de efluentes. Existem também benefícios econômicos, uma vez que não acrescenta os custos relativos à cobrança pelo uso da água e pela captação do esgoto (HESPANHOL, *et al.* 2006). Neste contexto, o presente estudo propõe a avaliação do potencial do uso racional e reuso de água em empreendimentos construídos, no caso o SESI Vila Leopoldina – C.A.T. Gastão Vidigal. O clube-escola se localiza no distrito da Vila Leopoldina no município de São Paulo, onde atende os moradores da região Oeste da cidade.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Característica da Área de Estudo

O SESI C.A.T. Gastão Vidigal está localizado na cidade de São Paulo, na Rua Carlos Weber, nº 835, no Distrito da Vila Leopoldina situado nas coordenadas geográficas 23°31'38.99"S e 46°43'47.87"W. O bairro se encontra na região Oeste e está sob domínio da Subprefeitura da Lapa.

O clube abrange uma área total de 35.380 m<sup>2</sup>, sendo composto por uma área verde de 12.270 m<sup>2</sup>. O centro de atividades dispõe de dois refeitórios, que atende aos atletas e a escola (possui uma média de 2.000 alunos no total), e a área de qualidade de vida, que abrange a reabilitação e a odontologia. O SESI – Serviço Social da Indústria na Vila Leopoldina possui 350 funcionários que trabalham de segunda a sábado e recebe uma média de 700 visitantes por dia, ou seja, aproximadamente 3.050 pessoas utilizam o SESI por dia.

O abastecimento de água no clube-escola é realizado pela SABESP e possui origem no Sistema Cantareira. Em 2013, o clube consumiu em média o total de 3.073m<sup>3</sup> de água no ano. Segundo Hespanhol (2008), assumindo-se um coeficiente de retorno de 80%, houve a geração média de 2.458 m<sup>3</sup> de esgoto no ano, este captado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Assim, o SESI possui um custo de coleta de esgoto e recebimento de água de aproximadamente R\$ 45.298,68 por ano.

## **2.2 Identificação do consumo de água**

Os locais escolhidos para a realização das medições de vazão foram selecionados a partir das atividades que requerem a utilização de água em seus processos. As medições foram realizadas manualmente utilizando a metodologia de volume por tempo (L/s). As áreas definidas para realizar a identificação do consumo de água no SESI foram: jardins internos e externos, cozinhas, sanitários e vestiários. Deve-se ressaltar que a medição da vazão das descargas sanitárias não foi realizada em campo, uma vez que não foi possível a instalação de hidrômetros para a realização do projeto no clube-escola.

Além das análises realizadas em campo, foram avaliados os documentos de consumo cedidos pela manutenção do SESI, desta maneira foram obtidas informações da demanda de água no local entre os anos de 2011 e 2013.

Irrigação de áreas verdes externas:

É realizada manualmente por meio de mangueiras de jardim. A rega é executada cinco vezes por semana no período da manhã entre 9 e 12 horas.

Irrigação de jardinagem interna:

Assim como a irrigação da área externa, os jardins localizados dentro do bloco 2 são regados cinco vezes por semana no período vespertino, após o meio-dia.

Cozinha – área de lavar louça e área de higienização de utensílios:

O clube-escola apresenta dois refeitórios onde estão localizadas as cozinhas. O primeiro refeitório localiza-se no primeiro pavimento e o segundo refeitório está no piso térreo. A cozinha do primeiro refeitório possui uma área de lavagem da louça, onde é utilizada uma lavadora de louças ECOMAX 900 da empresa Hobart. A máquina é para uso comercial e, segundo especificações técnicas da empresa, consome 3,8 litros de água por ciclo. A higienização dos utensílios é realizada manualmente na central de diluição. Na segunda cozinha a lavagem da louça e a higienização dos utensílios é realizada manualmente.

Perante as afirmações acima, a metodologia utilizada foi dividida em duas partes:

- medição das vazões para cada atividade;
- cálculo de consumo de água da máquina de lavar louça.

Lavagem de pátios:

Os pátios estão localizados na escola e no prédio da administração e são lavados duas vezes na semana, com auxílio de uma lavadora de alta pressão. De acordo com especificações técnicas do aparelho, o consumo de água é entre 300-360 L/h.

Banheiros e Vestiários:

A quantificação de torneiras, chuveiros e vasos sanitários foi realizada através da análise da planta baixa do SESI e resultou no Quadro 1.

Foi verificado no C.A.T Gastão Vidigal a existência de 22 sanitários no prédio da escola, entre eles 11 femininos e 11 masculinos. Entretanto, o prédio da administração possui 58 sanitários no total, distribuídos em 24 femininos, 24 masculinos e 10 para pacientes de necessidades especiais. Os vestiários estão situados apenas no prédio da escola totalizando 4 femininos e 3 masculinos.

A partir da quantificação, a medição de vazão das torneiras foi realizada de acordo com as especificações técnicas da empresa fornecedora do equipamento. Já a metodologia utilizada para os chuveiros foi semelhante às medições anteriores. O Quadro 1 mostra o resumo das quantificações das torneiras, chuveiros e vestiários existentes no empreendimento.

**Quadro 1: Quantificação de torneiras e chuveiros por sanitários e vestiários**

| <b>Local</b>        | <b>Torneiras</b> | <b>Chuveiros</b> | <b>Vasos Sanitários</b> |
|---------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| Sanitário Feminino  | 97               | -                | 84                      |
| Sanitário Masculino | 95               | -                |                         |
| Sanitários P.N.E*   | 10               | -                | 10                      |
| Vestiário Feminino  | 15               | 19               | 400                     |
| Vestiário Masculino | 11               | 14               |                         |
| <b>Total</b>        | <b>228</b>       | <b>33</b>        | <b>494</b>              |

\* P.N.E – Pacientes de Necessidades Especiais

### **2.3 Caracterização do esgoto**

No empreendimento não há separação das águas cinzas e negras, todo esgoto gerado é encaminhado para um poço de visita e posteriormente encaminhado para a rede coletora de esgoto.

### **2.4 Análises Laboratoriais**

As análises foram realizadas no Laboratório de Química do Centro Universitário SENAC no mesmo dia em que o esgoto foi coletado e foram executadas com base na 21ª Edição do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, da APHA / AWWA / WEF. Os parâmetros físico-químicos e biológicos são apresentados na Tabela 1.

As análises de turbidez, DBO<sub>5,20</sub>, oxigênio dissolvido, coliformes totais e termotolerantes, pH e DQO foram efetuadas em duplicata para obtenção de resultados com menor margem de erro.

**Tabela 1: Análises físico-químicas e biológicas para caracterização do esgoto.**

| <b>Parâmetros</b>                | <b>Unidades</b>     | <b>Código <i>Standard Methods</i></b> |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| Temperatura                      | °C                  | 2550                                  |
| Turbidez                         | NTU                 | 2130 – B                              |
| Série de Sólidos                 | mg/L                | 2540 – B, C, D                        |
| DBO <sub>5,20</sub>              | mgO <sub>2</sub> /L | 5220                                  |
| Oxigênio Dissolvido              | mgO <sub>2</sub> /L | 4500 O – C                            |
| Coliformes Totais                | NMP                 | 9222 – B                              |
| Coliformes Termotolerantes       | NMP                 | 9221 – C                              |
| Cor Verdadeira                   | UC                  | 2120 – C                              |
| N – NTK                          | mgN/L               | 2120 – D                              |
| N – NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> | mgN/L               | 4500 – N org                          |
| N – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | mgN/L               | 4500 – NH <sub>3</sub> <sup>-</sup>   |
| N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   | mgN/L               | 4500 – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>   |
| P-PO <sub>4</sub> total          | mgP/L               | 4500 – NO <sub>3</sub> <sup>-I</sup>  |
| pH                               | -                   | 4500 – P                              |
| DQO                              | mg/L                | 4500 – H                              |
| Óleos e Graxas                   | mg/L                | 5210                                  |
| Salinidade                       | mg/L                | 5520                                  |
| Sódio                            | SAR                 | 3500 – Na                             |
| Cloretos                         | mg/L                | 4500 – Cl B                           |

### **2.5 Escolha do tratamento de esgoto para o reuso de água**

O modelo de tratamento a ser escolhido e dimensionado foi selecionado a partir da realização de uma matriz de escolha. A matriz foi efetuada de acordo com o dados de Florêncio *et.al* (2006) sobre custo de implantação (R\$/hab), custo de operação e manutenção (R\$/hab.ano) e demanda de área (m<sup>2</sup>/hab).

Os pesos das escolhas variaram de 1 a 5, onde o critério principal foi o atendimento aos padrões da Norma 13.969/97.

Os critérios que foram utilizados são:

- Custo da operação
- Custo de implantação
- Área disponível para implantação
- Atendimento aos padrões

Após a escolha do tipo de tratamento de esgoto para reuso de água, o mesmo foi pré-dimensionado.

## **3. Resultados e Discussão**

### **3.1 Consumo de água no SESI C.A.T Gastão Vidigal**

Ao realizar a análise documental do clube-escola foi possível levantar as informações sobre a demanda de água e o seu custo, assim foi realizado um diagnóstico sobre o consumo de água

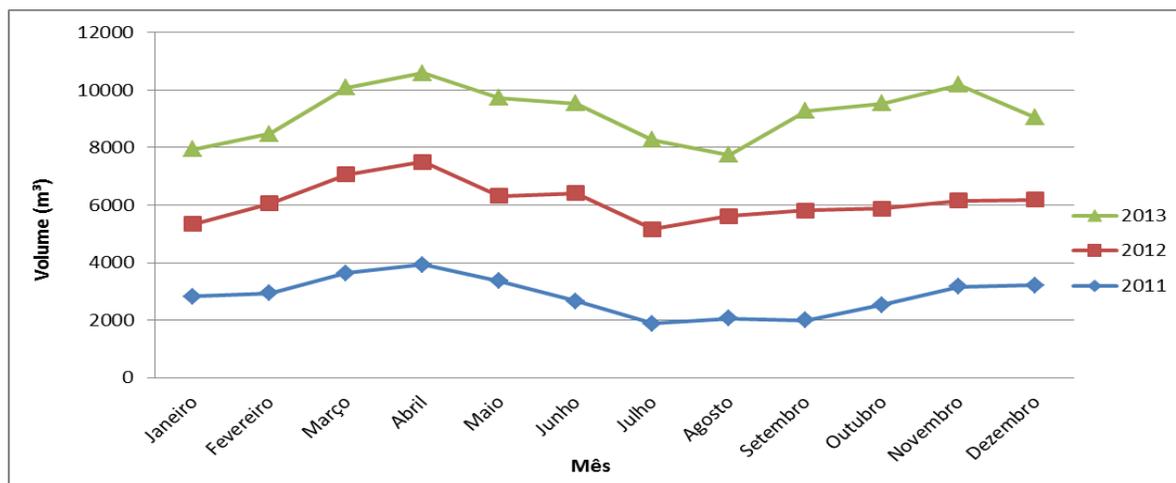
no local. Entre os anos de 2011 e 2013 o SESI consumiu uma média de 36.809 m<sup>3</sup> de água, sendo que o ano de 2012 apresentou um maior consumo de aproximadamente 39.386 m<sup>3</sup>. O consumo máximo de cada ano, mostrado na Tabela 2, foi apresentado nos meses de abril de 2011, setembro de 2012 e novembro de 2013. Já o consumo mínimo de água ocorreu nos meses de julho de 2011, janeiro de 2012 e agosto de 2013. Em relação ao desvio padrão apresentados na Tabela 2 os grandes valores mostram a variação de consumo mensal, comprovando uma demanda descontínua ao longo do ano, exibida na Figura 1. O número de frequentadores muda de acordo com a sazonalidade, portanto nos meses de janeiro, fevereiro, agosto e dezembro o consumo de água foi menor devido à época de férias escolares e comemorações festivas que ocorrem durante esses meses.

**Tabela 2: Dados estatísticos do consumo de água no SESI.**

| Variáveis                | Consumo de água no SESI (m <sup>3</sup> /mês) |        |        |
|--------------------------|---|--------|--------|
|                          | 2011  | 2012   | 2013   |
| Média                    | 2.847   | 3.282  | 3.073  |
| Mínimo                   | 1.876   | 2.532  | 2.137  |
| Máximo                   | 3.922   | 3.828  | 4.023  |
| Coefficiente de Variação | 2.046   | 1.296  | 1.886  |
| Desvio Padrão            | 655,72  | 381,26 | 527,11 |
| N                        | 12  | 12     | 12     |

Deve-se lembrar de que o desvio padrão também pode estar relacionado com possíveis perdas e desperdícios existentes no local. A quantidade de água consumida pode ser expressa pela relação entre consumo efetivo, perda e desperdício. Em geral, o desperdício de água está associado ao comportamento de uso e por isso é mais evidente em sistemas individuais (edificações) (CHEUNG *et al.* 2009). Para quantificar as perdas e desperdícios no SESI é necessário realizar uma avaliação mais detalhada. É importante ressaltar que o gerenciamento de perdas e desperdícios é inerente às medidas de conservação de água existentes em um PCRA.

**Figura 1: Série temporal do consumo de água no SESI.**



Em comparação aos três anos, o ano de 2011 apresentou o menor consumo, com 2.052 m<sup>3</sup> no mês de agosto. No mês de novembro de 2013 o consumo foi maior em relação aos outros meses que vinham em um patamar de consumo próximo. Portanto, será considerado um mês atípico, pois segundo a manutenção do clube-escola este pico ocorreu devido a uma festividade realizada no local. Desta maneira, pode-se diagnosticar que o clube-escola apresenta um amplo consumo de água. Considerando que a companhia de saneamento local cobra uma taxa de R\$14,50/m<sup>3</sup> por mês para fornecer água e coletar o esgoto de imóveis comerciais, é gerado um custo total de R\$ 543.584,18 ao ano para o SESI, tendo em média aproximadamente um gasto de R\$ 45.300,00 por mês.

### **3.2 Setorização do consumo e medidas de uso racional de água**

A partir da medição em campo foi realizada a divisão da demanda de água por categoria de uso no clube-escola, o que permitiu compreender o conhecimento da quantidade de água consumida para executar um perfil de consumo de água do SESI. Esta divisão se faz necessária para organizar ações de minimização de consumo, como a substituição de equipamentos, e averiguar qual atividade possui potencial de utilização de esgoto tratado.

O uso da água para irrigação mostrou ser menor que o esperado, uma vez que esta prática em áreas verdes externas faz parte apenas de 1,92% da demanda total de água no SESI, em que a vazão é de aproximadamente 47 m<sup>3</sup>/mês.

A lavagem dos pátios é a categoria com menor significância para o consumo no clube-escola, uma vez que esta atividade é realizada somente duas vezes na semana por meio da lavadora de alta pressão, que minimiza o consumo de água em relação ao uso de mangueira de jardim.

As descargas sanitárias possuem maior participação no consumo de água, apresentando cerca de 74% da demanda das categorias de uso. A válvula de descarga encontrada nos sanitários e vestiários do clube-escola é a de parede. No entanto, não foi realizada a medição em campo

da quantidade de água consumida pelos vasos sanitários, uma vez que não foi viável a implantação de um hidrômetro para a realização do estudo. A demanda de água nesta categoria de uso foi estimada segundo Oliveira (2009), em que o tipo de descarga utilizada no local é equivalente a 69% do consumo total de um prédio comercial. No SESI este setor possui a maior demanda de água com 1.795 m<sup>3</sup>/mês.

A cozinha principal, denominada 01, demonstra a segunda maior significância no sistema, pois seu horário de funcionamento é das 7h às 20h enquanto que a cozinha 02 permanece aberta até às 17h, correspondendo como a terceira atividade com maior demanda de água no SESI.

A Tabela 3 mostra resumidamente os dados de consumo de água por mês no SESI e os custos atribuídos para cada atividade.

Pode-se perceber que os sanitários e vestiários totalizam um gasto de aproximadamente R\$ 28.000,00 por mês, sendo o setor com maior custo de operação, em seguida a cozinha apresenta valor superior a R\$ 5.000 por mês para o seu funcionamento. A lavagem dos pátios é a atividade que exibiu menor custo em sua operação com um total de R\$ 57,42 ao mês.

**Tabela 3: Demanda e custo de água por categoria de uso.**

| <b>Categoria de Uso</b>                      | <b>Demanda de água (m<sup>3</sup>/mês)</b> | <b>Porcentagens (%)</b> | <b>Custo por categoria de uso (R\$/mês)</b> |
|--|--|-------------------------|---|
| <b>Irrigação de áreas verdes externas</b>    | 36   | 1,47                    | 681,50                                      |
| <b>Irrigação de jardinagem interna</b>       | 11   | 0,45                    |   |
| <b>Área de lavagem de louça 01</b>           | 170,5                                      | 6,9                     | 3.171,60                                    |
| <b>Área de lavagem de louça 02</b>           | 48   | 1,9                     |   |
| <b>Máquina de lavar louça 01</b>             | 0,23                                       | 0,009                   |   |
| <b>Área de higienização de utensílios 01</b> | 187,2                                      | 7,6                     | 3.758,40                                    |
| <b>Área de higienização de utensílios 02</b> | 72   | 2,9                     |   |
| <b>Lavagem dos pátios</b>                    | 3,96                                       | 0,16                    | 57,42                                       |
| <b>Chuveiros (vestiários)</b>                | 76   | 3                       | 1.102,00                                    |
| <b>Descarga sanitária</b>                    | 1.794,69                                   | 73,47                   | 26.023,00                                   |
| <b>Torneiras (vestiários)</b>                | 37   | 1,5                     | 923,65                                      |
| <b>Torneiras (sanitários)</b>                | 26,7                                       | 1                       |   |
| <b>Total</b>                                 | 2.442,45                                   | 100                     | 35.717,57                                   |

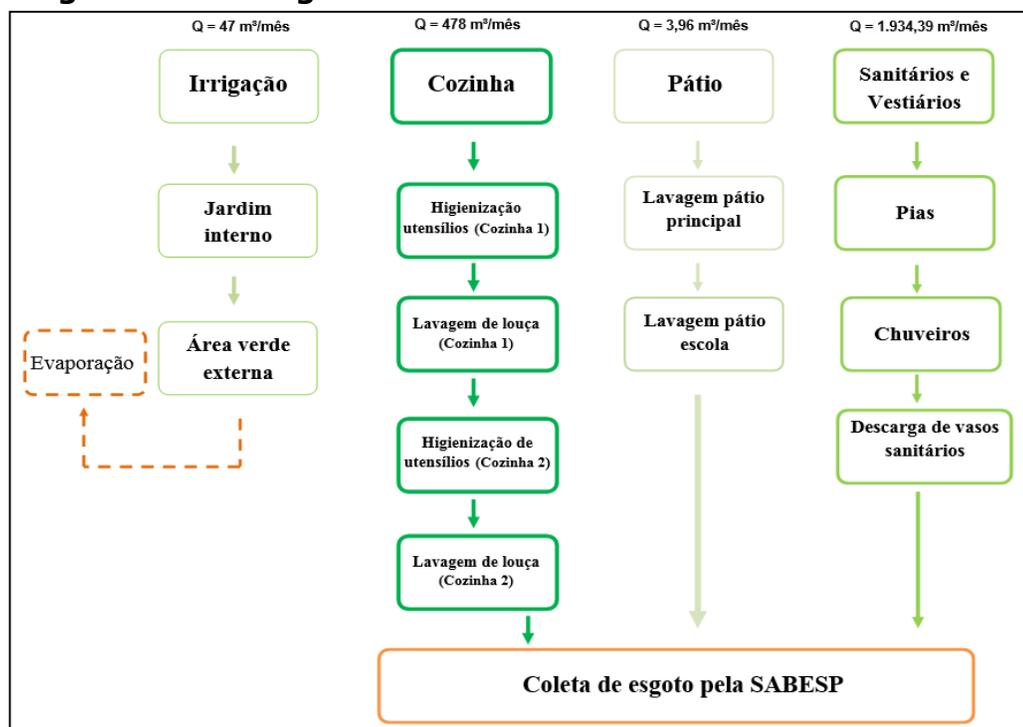
\*Valor do m<sup>3</sup> cobrado pela SABESP = R\$ 14,50.

Com base nas informações sobre a demanda por atividade obteve-se a setorização do consumo de água. Na Figura 2 pode-se observar que as categorias de uso foram separadas em quatro setores: irrigação; cozinha; pátio; sanitários e vestiários, divididos com as atividades que são exercidas.

Os sanitários e vestiários é o setor que demanda maior quantidade de água potável em suas atividades. O reúso para este setor só será possível aplicar nas descargas de vasos sanitários, uma vez que a água utilizada em chuveiros e torneiras deve possuir qualidade nobre. De acordo com Cheung *et al.* (2009), o tempo médio de permanência no banho de mulheres é de aproximadamente 21 minutos e no caso dos homens o tempo médio de banho é de 19,6 minutos. Considerando banhos em chuveiros com vazão de 3L/min, tem-se um consumo de água de 63L no banho diário de mulheres e de aproximadamente 59L no caso dos homens.

No entanto, o SESI não se enquadra nesse padrão, pois foi verificado em campo que a vazão dos chuveiros encontrados nos vestiários é de 3,3L/min, ocasionando um aumento de 7L no banho de mulheres e cerca de 6,3L no banho dos homens (70L e 65,3L respectivamente).

**Figura 22: Fluxograma das atividades setorizadas do SESI.**



Além dos chuveiros elétricos possuírem vazão maior que o indicado na literatura, foi percebido em campo que os chuveiros instalados no local possuem vazamentos e não dispõem de registro regulador de vazão ou válvula de fechamento automático, podendo atribuir maior quantidade de água envolvida na demanda dos vestiários. A possibilidade de substituição do equipamento poderá reduzir o consumo de água. Segundo a Agência Nacional de Águas (2005) a válvula de fechamento automático para chuveiro, juntamente com os registros reguladores de vazão para chuveiro, propiciam uma redução média de 40% e um retorno de investimento de até 2 meses. Caso a substituição seja realizada no SESI, haverá uma economia mensal de 30 m<sup>3</sup> de água, ou seja, os chuveiros gastarão 46 m<sup>3</sup> por mês.

Segundo o estudo de Marinho (2007), em que foi realizada a comparação entre equipamentos convencionais e equipamentos economizadores de água em edificações, a substituição de chuveiros de 15 a 20 mca (duchas) por um restritor de vazão de 8L/min resulta em uma economia de até 62% no consumo. Entretanto, o valor percentual de economia pode variar em função da pressão do ramal de alimentação, do número de usos, tempo de acionamento e hábitos dos usuários. Para um prédio comercial como o SESI, onde os chuveiros são utilizados com menor frequência comparada a edificações residenciais, pode haver uma economia maior que a apresentada no estudo citado.

Para as descargas sanitárias pode ocorrer a substituição das válvulas tradicionais por válvulas de descarga de duplo acionamento, mais conhecidos como *duo-flush*. Este tipo de descarga contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa (6 litros) para o arraste de efluentes com sólidos, e o acionamento do outro botão resulta em uma meia descarga (3 litros) para limpeza apenas de efluentes líquidos. Conforme descrito em ANA (2005), a redução média para este tipo de equipamento é de 50%, com um tempo de retorno de até 2 meses do investimento inicial. Neste caso, a redução do consumo de água poderá atingir 898 m<sup>3</sup>/mês gerando aproximadamente uma economia mensal de R\$ 13.000,00.

Entre as conclusões obtidas por Cheung *et al.* (2009), destaca-se a confirmação que os banheiros de prédios públicos são utilizados, principalmente, para o atendimento à necessidade fisiológica de urinar. Assim sendo, o autor propõe a utilização de vasos com descarga a vácuo que requerem cerca de 1 litro por acionamento, o que resultaria em um consumo diário de 5 litros. Contudo, deve-se considerar o alto custo atual desse equipamento, a energia necessária para seu funcionamento e os custos adicionais de manutenção.

A cozinha é o segundo setor que demanda maior quantidade de água potável para suas atividades. Uma vez que a água neste local é utilizada para fins nobres não será possível aplicar o reuso de água. Entretanto pode-se propor a verificação da manutenção e viabilidade de substituição de equipamentos. A troca das torneiras da lavagem da louça e higienização dos utensílios poderá beneficiar na economia de água. A utilização de válvula de pé é muito comum em áreas onde não se deseja o contato direto das mãos nos componentes da torneira, como em hospitais, cozinhas e laboratórios, devendo ser instaladas apenas onde se espera que os usuários o utilizem de forma correta e consciente. De acordo com o manual de Conservação e Reuso da água em Edificações publicado pela ANA (2005) este tipo de torneira pode proporcionar uma redução média de 52%, tendo um retorno de investimento alto, entre 2 a 5 meses. Neste setor poderá ocorrer uma redução da demanda de 248 m<sup>3</sup>/mês, sendo utilizados 229 m<sup>3</sup> por mês na lavagem e higienização de utensílios.

Para que ocorra a utilização de forma correta e consciente da torneira com acionamento por válvula de pé, o SESI terá que realizar campanhas educacionais e treinamento dos usuários através de vídeo, palestras, teatro, folhetos e cartazes expostos na cozinha para conscientização dos trabalhadores. Segundo o Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água (SABESP, 2012), o clube-escola poderá promover estes treinamentos desde que identifique e caracterize o público-alvo, defina os objetivos a serem atingidos e planeje a campanha educativa visando mudança de hábitos e costumes.

Outra opção de minimização do consumo de água nas cozinhas é a utilização da máquina de lavar louça ECOMAX para todas as refeições e nas duas cozinhas, abolindo desta maneira as pias e torneiras para lavagem de louças.

De acordo com a Tabela 3 a máquina consome 0,23 m<sup>3</sup>/mês fazendo parte apenas de 0,009% da demanda total, indicando que se houver um aumento na frequência de uso da máquina para 10 ciclos por dia o consumo será de apenas 0,76 m<sup>3</sup>/mês. A água economizada nesta atividade pode ser utilizada na higienização dos utensílios, em que a torneira possui dosador de desengordurante e detergente acoplado, dificultando na substituição da torneira por uma de válvula de pé.

Em relação à irrigação a água de reuso poderá ser aplicada, uma vez que este setor não possui finalidade nobre. Entretanto, o SESI possui sistema de aspersores no jardim interno e externo, mas não são utilizados por falta de manutenção. Vale ressaltar que a medição da vazão para esta atividade foi realizada durante a época de chuva, o que provavelmente em período de seca ocasionará o aumento da demanda de água neste setor. Desta maneira, os aspersores poderão auxiliar no gerenciamento da demanda de água no clube-escola.

As propostas de medidas de conservação de água podem resultar na redução da demanda de água. A cozinha, os sanitários e os vestiários passarão a consumir 1.173 m<sup>3</sup>/mês, tendo também uma redução no custo de recebimento de água e coleta de esgoto cobrado pela SABESP. De acordo com a Tabela 3, o clube-escola gasta atualmente R\$ 34.055,00 por mês, ao efetivar as medidas este gasto passa a ser de R\$17.008,50 mensais.

### **3.3 Caracterização do esgoto para o reuso de água**

Segundo Hespanhol (2008), 80% da água que é fornecida para um empreendimento se torna esgoto. Desta maneira, em 2013 o SESI gerou uma vazão média de 2.458,4 m<sup>3</sup>/mês. As análises laboratoriais indicaram que se trata de um esgoto doméstico, uma vez que apresentou grandes quantidade de carga orgânica, em que determinou uma DQO de 737 mg/L e uma quantidade menor que 0,5 de oxigênio dissolvido no efluente.

Segundo Von Sperling (2005) um esgoto doméstico apresenta nitrogênio total na faixa de 35-60 mgN/L, mas nota-se que o esgoto gerado no clube-escola apresenta 97,04 mgN/L de nitrogênio ocasionando um tratamento diferenciado para este parâmetro. Para os coliformes termotolerantes o número mais provável foi maior que 200, indicando que este esgoto poderá apresentar organismos patogênicos. Desta maneira, a desinfecção no tratamento de esgoto será essencial para a prática do reuso de água. A presença de fósforo, nitrogênio e matéria orgânica é um atrativo para o reuso de água com fins de irrigação, uma vez que são nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plantas paisagísticas. Desta maneira, o uso de fertilizantes seria dispensável, já que os nutrientes são encontrados na água de reuso.

### **3.4 Identificação do sistema de tratamento de esgoto para o reuso de água**

A vasta variabilidade de compostos presentes e das características possíveis para os esgotos abre uma grande possibilidade de sistemas aptos a serem utilizados no tratamento visando o reuso. A escolha do sistema mais adequado foi baseada na qualidade necessária da água de reuso, tendo em vista a sua aplicação e uso. Com base nos resultados obtidos nesse estudo, a prática do reuso poderá ser aplicada nas atividades de:

- Rega de jardins, gramados, áreas verdes (Demanda = 47m<sup>3</sup>/mês);
- Limpeza de pisos e pátios (Demanda = 4 m<sup>3</sup>/mês);
- Descargas sanitárias (Demanda = 1795m<sup>3</sup>/mês).

Apesar de poucas informações no País, existem hoje em dia algumas normas e recomendações que sugerem padrões de qualidade para reuso, variando de acordo com a aplicação, como por exemplo, o *Real Decreto 1620* de 2007 da Espanha, o *Guidelines for Water Reuse* dos Estados Unidos e a NBR 13.969/97 que foi utilizada como padrão principal para o tratamento.

Afins de estudo, supondo que as condições hidráulicas e energéticas viabilizem o projeto, foi realizado um pré-dimensionamento de um possível sistema de tratamento para esse cenário.

Se levarmos em conta a vazão média do ano de 2013 de 2.458 m<sup>3</sup>/mês de esgoto e a demanda total do possível reuso de 1.846 m<sup>3</sup>/mês, o sistema pode ser projetado para atender uma demanda necessária de 1,66 m<sup>3</sup>/mês, levando em conta perdas e desperdícios. Um aspecto que torna atrativa a implantação do sistema é o fato da disponibilidade de área no local.

A realização da pesquisa bibliográfica sobre tratamentos utilizados em sistemas de reuso de água resultou no Quadro 2, onde o critério principal de escolha foi o atendimento à Norma 13.969/97.

O reator UASB está indicado na matriz como o tratamento de maior pontuação, ou seja, este apresenta grande possibilidade em ser utilizado no PCRA proposto. Segundo Florencio *et. al* (2006) o reator UASB é o tratamento que dispõe de menor custo de operação, manutenção e implantação, além de necessitar de uma menor disponibilidade de área. Entretanto, por não atender aos padrões da norma definida, não será viável a escolha deste tipo de tratamento.

Uma opção de tratamento para o PCRA proposto no SESI é o UASB + filtro anaeróbio seguido de desinfecção por cloração, uma vez que este além de atender os padrões estipulados pela norma apresenta baixo custo de operação/manutenção e uma pequena área disponível.

## Quadro 2: Matriz de escolha do tratamento de esgoto para reuso de água.

| <i>Tratamentos</i>   | <i>Custo de Operação/Manutenção (R\$/ano)</i> | <i>Custo de Implantação (R\$)</i> | <i>Área Disponível (m<sup>2</sup>)</i> |
|--|---|-----------------------------------|--|
| <b>Lagoa Facultativa</b>                                     | 6.897,00                                      | 137.940,00                        | 6.897                                  |
| <b>Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa</b>                   | 6.897,00                                      | 120.697,50                        | 5.173                                  |
| <b>Lagoa areada facultativa</b>                              | 16.093,00                                     | 160.930,00                        | 862                                    |
| <b>Lagoa aerada mistura completa + lagoa sedimentação</b>    | 16.093,00                                     | 160.930,00                        | 690                                    |
| <b>Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa + Lagoa maturação</b> | 8.621,25                                      | 172.425,00                        | 9.196                                  |
| <b>Reator UASB</b>   | 6.897,00                                      | 91.960,00                         | 149                                    |
| <b>UASB + lodos ativados</b>                                 | 21.840,50                                     | 206.910,00                        | 322                                    |
| <b>UASB + biofiltro aerado submerso</b>                      | 21.840,50                                     | 189.667,50                        | 230                                    |
| <b>UASB + filtro anaeróbio</b>                               | 10.345,55                                     | 132.192,50                        | 114,95                                 |
| <b>UASB + filtro biológico percolador de alta carga</b>      | 14.368,75                                     | 172.425,00                        | 345                                    |
| <b>UASB + lagoa de polimento</b>                             | 13.219,25                                     | 126.445,00                        | 4.598                                  |
| <b>Físico-Químico</b>  | 16.000,00                                     | 125.000,00                        | 150                                    |

### 3.5 Avaliação do potencial de retorno do capital investido na aplicação das medidas de uso racional e reuso de água

A análise de viabilidade econômica de investimento para o PCRA proposto foi dividida em dois grupos, o primeiro aborda os custos incluídos no tratamento do esgoto para reuso de água e o segundo engloba a substituição de equipamentos hidráulicos. A setorização do consumo de água no local apresentou um total de 1.846 m<sup>3</sup>/mês para atividades de irrigação, lavagem de pátios e descarga de vasos sanitários. Desta maneira, o SESI gasta para essas atividades um valor mensal aproximado de R\$ 26.767,00, ou seja, R\$ 321.204,00 por ano. Ao realizar o investimento inicial do tratamento de esgoto para reuso de água o SESI terá o retorno do capital em 4 meses e 5 dias a partir da utilização do reuso de água.

O segundo cálculo de payback foi realizado para a substituição de equipamentos de torneiras localizadas nas cozinhas, chuveiros dos vestiários e descargas de vasos de sanitários e vestiários. Este resultou em um tempo de retorno de 6 anos e 5 meses. A economia gerada na troca dos equipamentos apresentou ser menor que o esperado. Desta maneira, não possui viabilidade econômica para realizar este processo no PCRA, entretanto, em relação ao percentual de economia de consumo apresentada nos resultados, a substituição de equipamentos torna-se uma proposta praticável para alcançar o uso racional de água.

#### **4. Conclusões**

A atual situação hídrica do estado de São Paulo demonstra uma urgência em realizar um gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis na região. Com base nesse estudo preliminar, foi possível verificar que a implantação de um Programa de Conservação e Reuso de Água torna-se uma ferramenta viável para a preservação deste recurso natural, mesmo em empreendimentos já construídos.

#### **5. Agradecimentos**

À equipe do SESI - Serviço Social da Indústria C.A.T Gastão Vidigal: ao Adriano Parras por sua atenção dispensada a nós e prestatividade durante as fases do projeto; a equipe de manutenção pela ajuda na etapa de campo e ao Renato Fonseca por permitir realizarmos o nosso estudo no clube-escola.

#### **6. Referências**

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. **Regiões hidrográficas do Brasil: caracterização geral e aspectos prioritários.** Brasília, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. **Manual de Conservação e Reuso da água em edificações.** Brasília, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 13.969: **Tanques sépticos: unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro; ABNT, 1997.

CHEUNG, Peter; KIPERSTOK, Asher; COHIM, Eduardo; ALVES CASTILHO, Wolney; PHILIPPI, Luiz; ZANELLA, Luciano; ABE, Narumi; GOMES, Heber; SILVA, Benedito da; PERTEL, Mônica; GONÇALVES FRANCI, Ricardo. Consumo de água. In: GONÇALVES FRANCI, Ricardo. **Uso racional de água e energia: conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.** PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2009.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SABESP. **Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água.** São Paulo, 2012.

FLORENCIO, Maria de Lourdes; XAVIER KOPCHITZ, Rafael; AISSE MANSUR, Miguel. Tratamento e Utilização de Esgotos Sanitários. In: FLORENCIO, Maria de Lourdes. **Reuso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim.** PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Recife, 2006. p. 36 – 95.

HESPANHOL, Ivanildo. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados.** vol 22, no. 63, p. 131-158, 2008.

HESPANHOL, Ivanildo; MIERZWA, José Carlos. **Água na indústria: uso racional e reuso.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

HESPANHOL, Ivanildo; MIERZWA, José Carlos; RODRIGUES, Luana; SILVA, Maurício da. **Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria.** Rio de Janeiro: FIRJAN e SEBRAE, 2006.

MARINHO ARAÚJO, Elizabeth Cândida de. **Uso racional da água em edificações públicas.** Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

OLIVEIRA, Cléa Nobre de. **Indicadores de consumo e propostas para racionalização do uso da água em instalações empreiteiras: caso da refinaria Landulpho Alves de Mataripe.** (Dissertação - Mestrado profissional em gerenciamento de tecnologias ambientais no processo produtivo), Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.

SÃO PAULO (ESTADO). SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS. SIRGH. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.** Volume I. São Paulo, 2013.

VON SPERLING, Marco. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** 3. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

Recebido em 03/04/2015 e Aceito em 14/10/2015.