

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
GERENCIA DE ENSINO E PESQUISA  
CURSO DE TECNOLOGIA EM GERENCIAMENTO AMBIENTAL

RAFAEL MARTINELLO DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO REUSO DA ÁGUA DA LAVANDERIA  
NA DESCARGA DO VASO SANITÁRIO EM UMA RESIDÊNCIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2011

RAFAEL MARTINELLO DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO REUSO DA ÁGUA DA LAVANDERIA  
NA DESCARGA DO VASO SANITÁRIO EM UMA RESIDÊNCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus de Medianeira, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Adelmo Lowe Pletsch

Co-orientador: Prof. Dr. Rafael Arioli

MEDIANEIRA

2011



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em  
Gerenciamento Ambiental



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

**Avaliação econômica do reuso da água da lavanderia na descarga do vaso sanitário  
em uma residência**

por

**Rafael Martinello de Araújo**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 17:00h do dia 25 de novembro de 2011, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Medianeira. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

---

Prof. Dr. Adelmo Lowe Pletsch  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Orientador)

---

Prof. Dr. Rafael Arioli  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Coorientador)

---

Prof. Dra. Andréia Arantes Borges  
UTFPR – *Campus* Medianeira

---

Paulo Rodrigo Stival Bittencourt  
Responsável pelas Atividades de Estágio e TCC

Dedico este trabalho a Deus e a meus pais, Paulo Cezar Barancelli de Araújo e Valdete Martinello de Araújo, os principais responsáveis para que tudo isto acontecesse.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Paulo Cezar Barancelli de Araújo e Valdete Martinello de Araújo, aos meus irmãos Felipe Antônio Martinello de Araújo e Paulo Cezar Martinello de Araújo e a todos os meus familiares pela paciência que tiveram comigo nos momentos mais difíceis desta caminhada.

A minha namorada Daiane Amorim Ferreira que me aconchegou com muito amor e carinho e incentivou na realização nos momentos em que mais necessitei.

A meu orientador professor Adelmo Lowe Pletsch e a meu co-orientador professor Rafael Arioli por ter compartilhado o seu conhecimento para a realização deste estudo.

A todos os amigos do curso que sempre estiveram juntos de mim, nas horas tristes e nas horas de alegria.

A todos os demais professores do curso de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental.

E a todos aqueles que acreditaram em mim.

Muito obrigado.

## RESUMO

ARAÚJO, Rafael Martinello de. Avaliar economicamente o reuso da água da lavanderia na descarga do vaso sanitário em uma residência. 2011. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso – UTFPR, Campus Medianeira. Tecnologia em Gerenciamento Ambiental. Medianeira, 2011.

O crescimento da população vem demandando cada vez mais água em qualidade e quantidade necessárias a atender essas demandas. Nesse contexto, tecnologias vêm sendo desenvolvidas para diminuir o desperdício de água potável, sendo o reuso de águas cinza uma dessas novas tecnologias. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o consumo de água da lavanderia e da descarga do vaso sanitário em uma residência e apurar a sua economia em caso de reuso. Para isso, fez-se a quantificação dos volumes de água potável consumida na descarga do vaso sanitário e do efluente gerado na lavanderia da residência. Os resultados obtidos demonstraram que o volume de efluente gerado na lavanderia é suficiente para a alimentação da descarga dos vasos sanitários, indicando segurança para implantação do reuso no que se refere à quantidade de água necessária. Concluiu-se nesse sentido que o reuso do efluente da lavanderia na descarga do vaso sanitário geraria uma economia de aproximadamente 39% na cobrança da taxa de serviços de saneamento básico e esta economia revertida em investimento para a implantação do sistema de reuso é viável economicamente e ambientalmente.

**Palavras-chave:** reuso doméstico, águas cinza, economia de água.

## ABSTRACT

ARAÚJO, Rafael Martinello de. Evaluate the cost of laundry water reuse in flushing the toilet in a home. 2011. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso – UTFPR, Campus Medianeira. Tecnologia em Gerenciamento Ambiental. Medianeira, 2011.

Population growth has been demanding more water quality and quantity necessary to meet these demands. In this context, technologies have been developed to minimize the waste of potable water and gray water reuse is one of these new technologies. Accordingly, this study aimed to evaluate the consumption of water from the laundry and flushing the toilet in a house and determine their economy in the event of reuse. To this end, it was the quantification of the volumes of drinking water consumed in flushing the toilet and laundry wastewater generated in the home. The results showed that the volume of wastewater generated in the laundry is enough to feed the discharge of toilets, indicating deployment of security for reuse in relation to the amount of water needed. We conclude accordingly that the reuse of effluent from the laundry in flushing the toilet would generate savings of approximately 39% recovery rate in basic sanitation services and investment in this economy reverted to implement the reuse system is economically viable and environmentally.

**Keywords:** household reuse, gray water, saving water.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Planta baixa da residência em estudo.....	37
Figura 2: Instalação do hidrômetro no reservatório da descarga .....	38
Figura 3: Hidrômetro utilizado para aferição do volume .....	39
Figura 4: Tabelas que foram colocadas nos banheiros.....	40
Figura 5: Esgotamento da máquina de lavar roupas.....	41
Figura 6: Recipiente de volume conhecido .....	41
Figura 7: Ponto de referência utilizado no tanque.....	42
Figura 8: Tabela utilizada na lavanderia.....	43
Figura 9: Distribuição do volume consumido de água potável na residência (sem reutilização do efluente) .....	48
Figura 10: Distribuição do volume consumido de água potável na residência (com reutilização do efluente) .....	50



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Aumento no consumo de água.....	22
Tabela 2: Características físico-químicas do esgoto doméstico.....	25
Tabela 3: Composição química e biológica de esgoto doméstico.....	26
Tabela 4: Características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinza originada em banheiros brasileiros.....	31
Tabela 5: Parâmetros característicos para água de reuso Classe 1.....	36
Tabela 6: Volume aferido por descarga efetuada.....	44
Tabela 7: Números de descargas efetuidas.....	45
Tabela 8: Volume semanal e mensal utilizado no vaso sanitário.....	45
Tabela 9: Volume gerado na lavanderia.....	46
Tabela 10: Histórico do consumo de água potável na residência.....	47
Tabela 11: Tabela de tarifas de saneamento básico.....	49

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>14</b>
3.1 ÁGUA: A SUA IMPORTÂNCIA.....	14
3.2 ÁGUA: ESCASSEZ E DESPERDÍCIO .....	17
3.3 VALORAÇÃO DA ÁGUA COMO RECURSO AMBIENTAL.....	22
3.3 POLUIÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS .....	23
3.4 CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS .....	24
3.4 REUSO DE ÁGUA .....	27
<b>3.3.1 Tipos De Reuso</b> .....	<b>28</b>
<b>3.3.2 Fontes e Características das Águas Para o Reuso</b> .....	<b>30</b>
3.3.2.1 Água Cinza.....	30
3.3.2.2 Água de Chuva.....	32
3.3.2.3 Água de Drenagem de Terrenos.....	32
3.3.2.4 Água de Reuso da Concessionária .....	33
<b>3.3.3 Padrões de qualidade de águas cinza para o reuso</b> .....	<b>35</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>37</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	37
<b>4.2.1 Consumo de água da descarga do vaso sanitário</b> .....	<b>38</b>
<b>4.2.2 Efluente da lavanderia</b> .....	<b>40</b>
4.4 ECONOMIA DE ÁGUA.....	43
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>44</b>
5.1 QUANTIFICAÇÃO DOS VOLUMES.....	44
<b>5.1.1 Volume de água consumido pela descarga do vaso sanitário</b> .....	<b>44</b>
<b>5.1.2 Volume de efluente gerado na lavanderia</b> .....	<b>45</b>

5.2 BALANÇO DE ECONOMIA DE ÁGUA E FINANCEIRA COM O REUSO DE ÁGUA.....	46
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A vida se apoia no comportamento anormal da água, uma molécula simples e que pode ser considerado o líquido da vida. É a substância mais abundante da biosfera, onde a encontramos em seus três estados: sólido, líquido e gasoso. É o componente majoritário dos seres vivos, podendo representar de 65 a 95% de massa da maior parte das formas vivas (MACÊDO, 2004).

E neste líquido sem cheiro, odor e cor, quando está em sua forma pura, que ocorrem todas as reações do nosso organismo. Sem a presença de água, as proteínas, membranas, enzimas, mitocôndrias e hormônios não são funcionais. Portanto, sem água em nosso planeta, não há vida.

Muitos têm a concepção de que a água está acabando, que ela é um bem finito. Porém esta é uma colocação errônea, a água em seu ciclo hidrológico se renova, ocorre que com as ações antrópicas, este ciclo não está ocorrendo normalmente. Portanto a água potável que está se esgotando. A abundância do elemento líquido causa uma falsa sensação de recurso inesgotável.

O crescimento da população vem demandando, continuamente, água em quantidade e qualidade. Muitos dos mananciais utilizados estão cada vez mais poluídos e deteriorados, seja pela falta de controle, seja pela falta de investimentos em coleta, tratamentos e disposição final de esgotos e na disposição final adequada dos resíduos sólidos (MANCUSO & SANTOS, 2003).

Neste contexto, várias ações fazem-se necessárias para diminuir o desperdício e as perdas de água potável. Entre elas está a mudança no hábito de consumo, sensibilização da população para a adoção de novas atitudes e comportamentos, além de novas práticas e tecnologias de reuso de água.

Reuso de água é a utilização dessa substância, por duas ou mais vezes, após tratamento. É usada com diferentes propósitos, para minimizar os impactos causados pelo lançamento de esgotos sem tratamento nos rios, a fim de se preservar os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade, a exemplo do que é feito pela natureza através do ciclo da água (FERNANDES, 2004).

Além de preservar a água potável para atendimento das necessidades da população urbana e usos industriais mais nobres, o reuso permite uma maior

otimização dos recursos hídricos disponíveis, ampliando a oferta de um produto cada vez mais escasso, notadamente em áreas com limitações de oferta de água com a Região Metropolitana de São Paulo (SEMURA et al.,2005).

De acordo com Mancuso e Santos (2003) o termo água de reuso passou a ser utilizado com maior frequência na década de 1980, quando as águas de abastecimento foram se tornando cada vez mais caras, onerando o produto final quando usadas no processo de fabricação. As indústrias passaram então a procurar, dentro de suas próprias plantas, a solução para o problema, tentando reaproveitar ao máximo seus próprios efluentes.

Segundo Westerhoff (1985) citado por Mancuso e Santos (2003), as águas de reuso são classificadas em duas grandes categorias: potável direto e indireto e reuso não potável.

Vamos destacar o reuso não potável para fins domésticos, onde estão inclusos os reusos para descargas sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de calçadas, reserva contra incêndio e resfriamento de equipamentos de ar condicionado entre outros.

Para Magri et al.,(2008) em uma residência, as águas residuárias podem ser separadas em águas cinza (lavatório, chuveiro, tanque e máquina de lavar roupas) e águas negras (pia de cozinha e vaso sanitário), e estas ainda em águas marrons (vaso - fezes) e águas amarelas (vaso - urina).

As águas cinza de uma residência possuem bons parâmetros de qualidade. Se forem utilizadas para a descarga sanitária, não necessitará de tratamento complexo, o que torna a ser uma ótima opção de reuso de água.

Dependendo das vazões utilizadas, o montante de recursos economizados com a redução da cobrança em função do reuso pode cobrir os custos de instalação de um sistema de reuso de água em uma unidade residencial (LOBO, 2004).

Este estudo buscou avaliar economicamente a reutilização das águas cinza da lavanderia na descarga do vaso sanitário em uma residência e apurar a sua viabilidade econômica. Através disto a água potável deixará de ser empregada para uma função onde não há necessidade de potabilidade, atenuando custos e a degradação do meio ambiente.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Aferir o volume de efluente da lavanderia em uma residência e apurar a economia em caso de reuso na descarga do vaso sanitário.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Aferir o volume de água gerado na lavanderia;
- Aferir o volume de água que é utilizado na descarga do vaso sanitário;
- Apurar a sua viabilidade econômica através de um levantamento do custeio do consumo de água em uma residência.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 ÁGUA: A SUA IMPORTÂNCIA

De acordo com a ANA (Agencia Nacional de Águas, 2009) o aprisionamento das águas congeladas dos cometas que atingiram a terra e a formação conjunta da água com o planeta na liberação de moléculas de água na forma de vapor no processo de formação dos minerais são as duas principais teorias de surgimento da água em nosso planeta. A água se mantém em seu estado líquido pela distância da Terra em relação ao Sol. Há múltiplos usos da água que podem ser agrupados como consuntivo (quando a água utilizada não retorna imediatamente aos recursos hídricos locais, como abastecimento urbano, irrigação e abastecimento industrial), e não consuntivo (quando não existe consumo de água na atividade, como produção de energia elétrica, lazer, piscicultura, navegação e usos ecológicos)

O aparecimento da água no universo foi o possível fator que tornou a vida perceptível. Vê-se o tamanho da sua importância, como por exemplo, o fato do nosso corpo ser constituído por 75% de água e em certos animais aquáticos essa porcentagem chega a 98%, o que torna esse elemento indispensável para vida celular. Essa importância não se dá somente para o homem, mas também para todos os outros seres que habitam o nosso planeta (SANTOS et al.,2010).

A quantidade de água na Terra é praticamente invariável há mais de 500 milhões de anos. Na verdade ocorrem mudanças em sua distribuição pelo globo, através do movimento contínuo e cíclico da água nas fases sólida, líquida e gasosa. Este processo, o chamado ciclo hidrológico. (MARINHO, 2007).

A característica essencial de qualquer volume de água superficial localizada em rios, lagos, tanques, represas artificiais e águas subterrâneas são a sua instabilidade e mobilidade. Todos os componentes sólidos, líquidos e gasosos (as três fases em que a água existe no planeta Terra) são parte do ciclo dinâmico da água, ciclo este, perpétuo. A fase mais importante deste ciclo para o homem é justamente a fase líquida, em que ela está disponível para pronta utilização. Os fatores que impulsionam o ciclo hidrológico são a energia térmica solar, a força dos

ventos, que transportam vapor d'água para os continentes, a força da gravidade responsável pelos fenômenos da precipitação, da infiltração e deslocamento das massas de água. Os principais componentes do ciclo hidrológico são a evaporação, a precipitação, a transpiração das plantas e a percolação, infiltração e a drenagem (TUNDISI, 2003).

Devido à importância deste recurso vital para a vida, que pesquisadores da NASA e da ESA já enviaram sondas para Lua e Marte em busca de água. Em 2004, foram enviadas sondas a Marte em busca de vestígios de água, e descobriram a presença de minerais como a jarosite e outros sulfatos, que apenas se formam na presença de água, indicando que ali algum dia existiu qualquer forma vida (SOUSA et al., 2005)

A água é parte integral do planeta Terra. É componente fundamental de dinâmica da natureza, impulsiona todos os ciclos, sustenta a vida e é o solvente universal. Sem água, a vida na Terra seria impossível. A água é o recurso natural mais importante e participa e dinamiza todos os ciclos ecológicos. O ser humano além de usar a água para suas funções vitais como todas as outras espécies de organismos vivos utiliza os recursos hídricos para um grande conjunto de atividades, tais como, produção de energia, navegação, produção de alimentos, desenvolvimento industrial, agrícola e econômico (TUNDISI, 2003).

Desde os primórdios da humanidade, as civilizações procuram se estabelecer às margens dos corpos d'água. Ainda hoje, este quadro repete-se quando se constata que grandes centros urbanos situam-se nas cabeceiras de seus principais mananciais abastecedores. Para exemplificar, podemos citar as cidades de São Paulo e Curitiba e suas regiões metropolitanas que se alastram sobre os mananciais do Rio Tietê e do Rio Iguaçu, respectivamente (ZABROCKI & SANTOS, 2005).

De acordo com Joventino et al.,(2010) o indivíduo pode passar semanas sem ingerir comida, mas, sem água, em dois dias inicia-se o processo de falência múltipla dos órgãos, podendo levar uma criança a óbito em cinco dias e um adulto em dez dias.

Ao contrário do que muitos pensam, a água é uma substância muito complexa. Por ser um excelente solvente, até hoje ninguém pode vê-la em estado de absoluta pureza, sabe-se que, mesmo sem impurezas, a água é a mistura de 33 substâncias distintas (RICHTER & NETTO, 2003).



A água é um recurso natural finito em seu estado potável é essencial à vida, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies, como elemento representativo de valores sociais e culturais, além de importante fator de produção no desenvolvimento de diversas atividades econômicas (BERNARDI, 2003).

Em geral associa-se água ao meio ambiente. Pensa-se em água como elemento vital que deve ser preservado e conservado. Água tem também significado religioso, cultural, político e até estratégico. Um aspecto que muitas vezes passa despercebido ao cidadão comum é de que a água é um recurso fundamental para o desenvolvimento das nações (BRAGA, 2011).

Além de ser o constituinte inorgânico mais abundante nos homens, ele também é de um modo geral, importante para o desenvolvimento de suas atividades. Os principais usos da água são: a própria preservação da natureza, abastecimento doméstico e industrial, irrigação, aquicultura, dessedentação de animais, recreação e lazer, geração de energia elétrica, navegação, limpeza urbana e diluição de despejos (VON SPERLING, 2003).

O setor agrícola brasileiro é o principal usuário dos recursos hídricos, e é na área física abrangida pelo setor que pode ocorrer a maioria das intervenções para a melhoria da utilização deste recurso fundamental aos processos produtivos (PNRH, 2006).

Na indústria a água é utilizada para inúmeras funções, tais como:

- No consumo humano para uso em banheiros, cozinha, bebedouros, equipamentos de segurança;
- Como matéria prima onde a água é inserida no processo final como na fabricação de bebidas, produtos de higiene, alimentos em conserva e fármacos;
- Utilizada como fluído auxiliar, ou seja, na preparação de suspensões e soluções químicas, compostos intermediários e reagentes químicos;
- A água é largamente utilizada na geração de energia no Brasil, através da transformação de energia cinética, potencial ou térmica, acumulada na água e posteriormente transformada em mecânica e elétrica;

- Utilizada também em sistemas de trocadores de calor através de seu aquecimento em caldeiras.

Os principais usos da água são: abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, preservação da flora e da fauna, recreação e lazer, criação de espécies, geração de energia elétrica, navegação, harmonia paisagística e diluição e transporte de despejos. Destes usos, os quatro primeiros necessitam da retirada da água das fontes hídricas onde se encontram.

### 3.2 ÁGUA: ESCASSEZ E DESPERDÍCIO

O crescimento rápido da população urbana e da industrialização está submetendo a graves pressões os recursos hídricos e a capacidade de proteção ambiental de muitas cidades. Embora o Brasil possua um dos maiores patrimônios hídricos do planeta, o reuso de águas cinza tem se tornado necessário, principalmente nos grandes centros urbanos, cuja demanda é limitada pela poluição (FIORI et al., 2006).

Durante muito tempo a água foi considerada um recurso infinito. Porém, por mais abundante que pareça, esta reserva é insuficiente para atender a uma demanda infinita, principalmente diante do cenário de poluição, degradação ambiental e desperdício que presenciamos (GARCIA et al., 2010).

De acordo com a Lei Nº 9.433, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, a água é um bem de domínio público, se na falta da mesma, ou seja, em situações de escassez, a água será de prioridade para o consumo humano e a dessedentação de animais. O primeiro parágrafo do segundo artigo desta mesma lei salienta que deve ser garantido para a atual e as futuras gerações água em quantidade e qualidade.

O aumento da demanda e a diminuição da oferta de água com qualidade é um dos grandes problemas sanitário-ambientais da atualidade. O aumento da poluição dos corpos d'água no âmbito das bacias hidrográficas, acompanhado pelo crescimento populacional que ocorrem independentes à lógica de planejamento

socioambiental, são alguns dos fatores que culminam nesta situação (MAGRI et al.,2008).

O homem é um dos principais responsáveis pela escassez da água, de forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, ou de forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui na introdução de compostos na água, afetando sua qualidade, fazendo com que a água potável se torne escassa.

Com o crescimento populacional cresce também o desperdício o que poderá provocar futuramente um déficit na quantidade de água de qualidade acarretando uma série de problemas que afetarão aos homens, animais e ao meio ambiente, o que necessita zelar pela preservação dos recursos hídricos porque sua falta provocará de forma direta ou indiretamente a morte de todas as espécies que habitam a Terra. Sendo assim, economizar água torna-se um fator benéfico e essencial a vida (SILVA et al.,2010).

Em função de condições de escassez em quantidade e qualidade, a água deixou de ser um bem livre e passou a ter valor econômico. Esse fato contribuiu com a adoção de um novo paradigma de gestão desse recurso ambiental, que compreende a utilização de instrumentos regulatórios e econômicos, como a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (FIESP/ANA, 2005).

Uma das evidências de que a escassez prevista é real, e não uma extrapolação catastrófica é o número de países onde já foi superado o nível de vida capaz de ser suportado pela água disponível. Países como China, Índia, México, Tailândia, parte do oeste dos Estados Unidos, norte da África e áreas do Oriente Médio estão retirando do lençol freático mais água que o ciclo hidrológico consegue repor (FIORI et al.,2006).

Além do problema de distribuição, fatores como demanda excessiva, desperdício e poluição contribuem de forma significativa para a intensificação da escassez desse recurso. A presença desses fatores evidencia a ausência de uma gestão adequada das águas, principalmente em regiões com elevada densidade demográfica (MONTEIRO, 2009).

Desperdício é toda a água que está disponível em um sistema hidráulico e é perdida ou utilizada de forma excessiva. Dessa maneira, o desperdício engloba perda e uso excessivo. A perda é considerada como sendo toda a água que escapa

do sistema antes de ser utilizada para uma atividade fim, e pode ocorrer devido a vazamento, mau desempenho do sistema e entre outros (FINEP, 2007).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), de toda água que se encontra em nosso planeta, menos de 3% é a porção de água doce e deste, mais de 2,5% estão congelados na Antártica, Ártico e em outras geleiras, ou seja, apenas 0,5% estão disponíveis para o consumo humano. E ainda, desta pequena quantidade de água acessível, que representa 10.217.120 km<sup>3</sup> estão distribuídos da seguinte maneira:

- 10.000.000 km<sup>3</sup> estão armazenados em aquíferos subterrâneos;
- 119.000 km<sup>3</sup> encontram-se sob a forma de chuvas, depois de descontada a evaporação;
- 91.000 km<sup>3</sup> em lagos naturais;
- Mais de 5.000 Km<sup>3</sup> em reservatórios construídos pelo homem, o que representa um aumento de sete vezes a capacidade global de armazenamento desde 1950;
- E apenas 2.120 Km<sup>3</sup> estão disponíveis nos leitos dos rios, constantemente repostos com as chuvas e o degelo.

Embora o Brasil tenha uma situação privilegiada no cenário mundial, contando com cerca de 12% das reservas globais de água doce, sua distribuição não é homogênea no território, apresentando enorme variação espacial e temporal, o que exige diferentes abordagens para o seu aproveitamento. Cerca de 80% da água doce disponível em nosso país está na Região Amazônica onde vive apenas 5% da população, e o que resta atende o remanescente da população nacional. (VIEIRA, 2011).

A situação no estado de São Paulo não é nada confortável, pois aí se concentram 20% da população total do Brasil, além de um grande número de indústrias, e apenas 1,6% da água superficial para abastecimento. Historicamente, nos últimos 30 anos, a população do Brasil dobrou e houve uma inversão da ocupação. Na década de 70, quase 50% das pessoas viviam na zona rural e, hoje, 80% estão na área urbana. Esta ocupação além de rápida foi totalmente desordenada, a falta de integração entre governos estadual e as prefeituras, além da falta de chuva, problemas de poluição, aliado ao desperdício são alguns dos fatores

que articulados fazem que, no fim do gargalo, o cidadão comum pague a maior parte da conta (SEMURA et al.,2005).

No Brasil, apesar da aparente abundância de recursos hídricos, o reuso de água vem conquistando espaço, principalmente nos grandes centros urbanos, onde a escassez representa alto investimento e custos operacionais para captação e adução de águas a grandes distâncias (SILVA & HESPANHOL, 2000).

Segundo Mancuso e Santos (2003) existem 26 países que abrigam 262 milhões de pessoas e que se enquadram na categoria de áreas com escassez de água. Essa população já ultrapassou o ponto em que poderia ser abastecida pelos recursos hídricos disponíveis. Em países onde há maior demanda de água, a população tem crescido rapidamente, como no Oriente Médio, onde nove entre quatorze países vivem em condições de escassez.

O consumo mundial de água cresceu mais de seis vezes entre 1900 e 1995, mais que o dobro da taxa de crescimento da população, e continua a crescer rapidamente com a elevação de consumo dos setores agrícola, industrial e residencial (BERNARDI, 2003).

O intenso uso e exploração dos recursos hídricos, já limitados, nas atividades de produção e consumo estão degradando-os, sem um consciente reflexo dessa perda coletiva no sistema de preços. Diante disso, revela-se premente a necessidade de reduzir a poluição hídrica, buscar alternativas viáveis de aumento da oferta de água e definir melhor alocação de recursos, relacionando o preço do bem e do serviço produzido com a qualidade e quantidade do recurso natural. No contexto do crescente processo de escassez de água, cabe salientar que o preço desse bem finito tende a ficar cada vez mais alto. A água de reuso, utilizada para diversos fins, como a irrigação de culturas perenes, tende a apresentar preço mais baixo, reduzindo assim os custos de produção (BERNARDI, 2003).

O fenômeno da escassez não é, entretanto, atributo exclusivo das regiões áridas e semiáridas. Muitas regiões com recursos hídricos abundantes, mas insuficientes para satisfazer demandas excessivamente elevadas, também experimentam conflitos de usos e sofrem restrições de consumo, que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida. A bacia do Alto Tietê, que abriga uma população superior a 15 milhões de habitantes e um dos maiores complexos industriais do mundo, dispõe, pela sua condição

característica de manancial de cabeceira, vazões insuficientes para a demanda da Região Metropolitana de São Paulo e municípios circunvizinhos (HESPANHOL, 2002).

As indústrias são responsáveis por 22% de toda água consumida. Com a diversificação das atividades humanas e o crescimento demográfico, observa-se um aumento da demanda de água, acompanhado pela queda de sua qualidade, resultando em problemas ambientais e sociais.

Em 1940 o consumo total de água no mundo era de 1 mil km<sup>3</sup> por ano. Em 1960 subiu para 2 mil km<sup>3</sup> e em 1990 saltou para 4,13 mil km<sup>3</sup>, no ano de 2000 o consumo foi de 5,19 mil km<sup>3</sup>. A disponibilidade máxima de água para consumo do planeta de 9 mil km<sup>3</sup>, equivalente a 1,8 m<sup>3</sup> por pessoa. Em 2015, para uma população que pode atingir os 7,5 bilhões de pessoas, o consumo chegaria aos 8,5 km<sup>3</sup>, praticamente dentro da disponibilidade máxima. Na agricultura, além da degradação das águas decorrentes dos adubos e os pesticidas intensamente utilizados, o desperdício de água é muito grande. Apenas 40% da água desviada são efetivamente utilizada na irrigação. Os outros 60 % são desperdiçados, porque se aplica água em excesso; se aplica fora do período de necessidade da planta; em horários de maior evaporação do dia; pelo uso de técnicas de irrigação inadequadas; ou, ainda, pela falta de manutenção nesses sistemas de irrigação (ANDREOLI et al., 1999).

Segundo Fiori, Fernandes & Pizzo (2006), 20% dos vasos sanitários das casas norte-americanas têm vazamento atualmente e no Brasil esse número se eleva para 70%. Em geral, os usuários nem sabem disso. Em um ano, um vazamento na bacia sanitária é capaz de desperdiçar mais de 83 mil litros de água, o que é suficiente para se tomar quatro banhos por dia durante o ano.

Em função de condições de escassez em quantidade e/ou qualidade, a água deixou de ser um bem livre e passou a ter valor econômico. Esse fato contribuiu com a adoção de um novo paradigma de gestão desse recurso ambiental, que compreende a utilização de instrumentos regulatórios e econômicos, como a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. A Tabela 1 apresenta o aumento do consumo total de água para os diferentes usos.

**Tabela 1: Aumento no consumo de água**

Uso total	1970	1975	2000
Suprimento doméstico	120 km <sup>3</sup>	150 km <sup>3</sup>	500 km <sup>3</sup>
Indústria	510 km <sup>3</sup>	630 km <sup>3</sup>	1300 km <sup>3</sup>
Agricultura	1900 km <sup>3</sup>	2100 km <sup>3</sup>	3400 km <sup>3</sup>
Total	2530 km <sup>3</sup>	2880 km <sup>3</sup>	5200 km <sup>3</sup>

Fonte: TUNDISI, 2003.

A utilização planejada de reuso em todo o mundo tem sido bastante incrementada nas últimas décadas, principalmente nos países desenvolvidos ou em desenvolvimento, como resposta à crescente escassez dos recursos hídricos disponíveis (SEMURA et al.,2005).

Segundo projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2025, dois terços da população mundial, ou seja, 5,5 bilhões de pessoas viverão em locais que sofrem com algum tipo de problema relacionado à água (FIORI et al.,2006).

### 3.3 VALORAÇÃO DA ÁGUA COMO RECURSO AMBIENTAL

Antes do Eco-92, houve uma conferência em Dublin, Irlanda, na qual foram estabelecidas diretrizes sobre a questão água. A partir daí a água passou a ter valor econômico e ser visto como uma mercadoria. Segundo Silva (2005) água será a *commodity* do século 21.

Um estudo realizado por Difante & Silva (2007) em uma indústria de refrigerantes no Rio Grande do Sul mostrou que através de medidas de conservação de água como reutilização da água na estação de tratamento, resfriamento de selos de bombas e bombas de vácuo, a indústria poderá reduzir o consumo de água em aproximadamente 199 m<sup>3</sup> por dia, gerando uma economia de R\$141.957,36.

Garcia et al.,(2010) realizou uma pesquisa com 139 moradores em Salvador, Bahia, onde eram questionados sobre o consumo e uso racional de água, apenas 42% dos entrevistados sabiam dizer qual o consumo de água em seu domicílio, porém somente 35% deste responderam o valor em reais, provando que os

moradores estavam mais preocupados com o custo da água do que com o seu volume gasto.

No Brasil os sistemas prediais de reuso de água ainda são pouco difundidos. Sua utilização em residências é praticamente nula, existem em poucas residências a reutilização dos efluentes de chuveiros, banheiras, lavatórios e máquinas de lavar roupas para a irrigação de jardins e para a lavagem de pisos. Um dos motivos de esses sistemas de reuso ser tão pouco utilizados em habitações unifamiliares é o elevado custo para implantação e sua operação (OLIVEIRA et al.,2007).

A implantação de um sistema de reuso de água residencial requer investimento inicial relativo, qualquer que seja o sistema. O investimento será com o sistema de coleta de água, com as adaptações que deverão ser feitas nas tubulações, com o sistema de armazenamento da água de reuso, com a bomba de recalque que em muitos casos há necessidade de instalação, com o sistema de tratamento e entre outros equipamentos e operações que vão depender de qual será o sistema de reuso da água.

### 3.3 POLUIÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

O homem pode afetar a qualidade da água por diversas atividades, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Cada uma destas atividades tem diferentes características que pode afetar a qualidade da água do corpo receptor (Pereira, 2004).

Segundo Pellacani (2005) a poluição pode ser classificada quanto à origem do agente poluidor e quanto ao modo de contaminação. Quanto à origem pode ser mecânica, química, por pesticidas, orgânica, biológica e física. Quanto ao modo de contaminação pode ser agrícola, industrial, gerada pelo lixo, por dejetos humanos e por mercúrio.

Para Von Sperling (1996) a poluição dos recursos hídricos é a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente alterem a natureza do corpo d'água de maneira que prejudique os usos que dele são feitos. Existem duas formas de fonte de poluição:



- Poluição pontual: os poluentes atingem o corpo d'água de forma concentrada no espaço;
- Poluição difusa: os poluentes adentram o corpo d'água distribuídos ao longo de parte de sua extensão.

As principais fontes de contaminação dos recursos hídricos são: esgoto sem tratamento lançados em rios e lagos; lixões que afetam os lençóis freáticos; defensivos agrícolas que escoam com a chuva e sendo arrastado para rios e lagos; garimpos jogando produtos químicos, como mercúrio, em rios e córregos; indústrias que utilizam os rios como carreadores de seus resíduos líquidos (MACÊDO, 2004).

Os lençóis subterrâneos, os lagos, os rios, os mares e os oceanos são o destino final de todo poluente solúvel em água que tenha sido lançado no ar ou solo. Além dos poluentes já lançados diretamente nos corpos hídricos, as águas ainda sofrem com outros poluentes vindos da atmosfera e da litosfera (AZEVEDO, 1999).

### 3.4 CARACTERIZAÇÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS

Segundo Chagas (2000) os esgotos domésticos ou domiciliares provém principalmente de residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer edificações que contenham instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas, ou qualquer dispositivo de utilização da água para fins domésticos. Compõem-se essencialmente da água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes, águas de lavagem. A Tabela 2 apresenta algumas características físico-químicas do esgoto doméstico.

**Tabela 2: Características físico-químicas do esgoto doméstico**

<b>Característica</b>	<b>Forte</b>	<b>Médio</b>	<b>Fraco</b>
DBO <sub>5,20</sub>	400	220	110
DQO	1000	500	250
Carbono orgânico Total	290	160	80
Nitrogênio total	85	40	20
Nitrogênio orgânico	35	15	8
Nitrogênio amoniacal	50	25	12
Fósforo total	15	8	4
Fósforo orgânico	5	3	1
Fósforo inorgânico	10	5	3
Cloreto	100	50	30
Sulfato	50	30	20
Óleos e graxas	150	100	50

**Fonte: Metcalf & Eddy (1991) *apud* Chagas (2000).**

Em média a composição do esgoto sanitário é de 99,9% de água e apenas 0,01% de sólidos, sendo que cerca de 75% destes, são constituídos da matéria orgânica em processo de decomposição (NUVOLARI et al.,2003). A Tabela 3 apresenta algumas características químicas e biológicas da constituição do esgoto sanitário doméstico.

**Tabela 3: Composição química e biológica de esgoto doméstico**

Tipos de Substâncias	Origem	Observações
Sabões	Lavagem de louças e roupas	-
Detergentes (podem ser ou não biodegradáveis)	Lavagem de louças e roupas	A maioria dos detergentes contém o nutriente fósforo na forma de polifosfato
Cloreto de sódio	Cozinhas e na urina humana	Cada ser humano elimina pela urina de 7 a 15 gramas/dia
Fosfatos	Detergentes e na urina humana	Cada ser humano elimina, em média, pela urina, 1,5 gramas/dia
Ureia, amoníaco e ácido úrico	Urina humana	Cada ser humano elimina de 14 a 42 gramas de ureia por dia
Gorduras	Cozinhas e fezes humanas	-
Substâncias córneas, ligamentos da carne e fibras vegetais não digeridas	Fezes humanas	Vão se constituir na porção de matéria orgânica em decomposição, encontrada nos esgotos
Porções de amido (glicogênio e glicose) e de proteicos (aminoácidos, proteínas, albumina)	Fezes humanas	Idem
Urobilina, pigmentos hepáticos, etc.	Urina humana	Idem
Mucos, células de descamação epitelial	Fezes humanas	Idem
Vermes, bactérias, vírus, leveduras, etc.	Fezes humanas	Idem
Outros materiais e substâncias: areia, plásticos, cabelos, sementes, fetos, madeira, absorventes femininos, etc.	Areia: infiltrações nas redes de coleta, banhos em cidades litorâneas, parcela de águas pluviais, etc. Demais substâncias são lançadas indevidamente no vaso sanitário	-
Água	-	99,9%

Fonte: Nuvolari et al.,(2003)

A vazão dos esgotos domésticos é calculada com base no consumo de água de abastecimento da localidade e pode variar conforme o clima local, a cultura, o padrão de vida da comunidade, e as atividades econômicas locais, como o comércio, indústrias, turismo e outras (PHILIPPI JUNIOR, 2005).

### 3.4 REUSO DE ÁGUA

Weiler (2005) coloca as seguintes definições:

- Reuso: a água é utilizada mais de uma vez dentro da planta.
- Reciclagem: a água é recuperada e reutilizada no mesmo processo.

O reuso de água é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original (MANCUSO & SANTOS, 2003).

A resolução nº 54 de 2005 do Conselho Nacional dos Recursos Hídricos, que estabelece os critérios gerais para reuso de água potável, constitui que o reuso de água é a utilização da água residuária, e na mesma legislação águas residuárias são aquelas provenientes de esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não.

A NBR 13969 (1997) cita que reuso de água pode ser desde a simples recirculação de água de enxágue da máquina de lavagem, com ou sem tratamento, aos vasos sanitários, até uma remoção em alto nível de poluentes para lavagens de carros.

A prática de reuso de água reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conserva os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade. (RESOLUÇÃO Nº. 54, DE 28 DE NOVEMBRO DE 2005).

### 3.3.1 Tipos De Reuso

Existem várias terminologias e conceitos sobre o reuso de água, o que torna confuso e inibe o entendimento do assunto.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), citado por Mancuso e Santos (2003), os tipos de reuso são os seguintes:

- Reuso indireto: é quando a água já utilizada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descartada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente à jusante, de forma dissolvida.
- Reuso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquíferos e água potável;
- Reciclagem interna: é a reutilização da água internamente a instalações industriais, tendo como objetivo economia de água e o controle da poluição;

A Resolução nº 54 de 2005, do Conselho Nacional dos Recursos Hídricos aponta para o reuso direto de água como sendo uso planejado da água de reuso conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.

De acordo com Mancuso e Santos (2003) existem duas categorias de reuso de água, potável e não potável. Para o reuso potável tem-se:

- Direto: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável;
- Indireto: caso em que o esgoto, após o tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável;

O reuso não potável de água é dividido através da sua finalidade:

- Para fins agrícolas: tem como objetivo principal a irrigação de plantas alimentícias, tais como pastagens e forrações, além de ser usado para dessedentação de animais;

- Para fins industriais: abrange os usos industriais de refrigeração, águas de processo, para a utilização em caldeira, entre outros;
- Para fins recreacionais: utilizado para a irrigação com plantas ornamentais, campo de esportes, parques e também para enchimento de lagoas ornamentais e recreacionais;
- Para fins domésticos: são considerados casos de reuso de água para rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização desse tipo de água em grandes edifícios;
- Para manutenção de vazões: a manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando a uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras e elas carregadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem;
- Para aquicultura: consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos ou energia, utilizando os nutrientes presentes nos efluentes tratados;
- Para recarga de aquíferos subterrâneos: é a recarga dos aquíferos subterrâneos com efluentes tratados, podendo se dar de forma direta, pela injeção sob pressão, ou de forma indireta, utilizando-se águas superficiais que tenham recebido descargas de efluentes tratados a montante;

O reuso não potável para fins domésticos onde a água a ser reutilizada é destinada para a descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, limpeza de calçadas, usos para reserva de incêndio e resfriamento de ar condicionado. As águas para o reuso doméstico devem apresentar qualidade estética aceitável, sem cheiro e sem cor (MANCUSO & SANTOS, 2003).

### 3.3.2 Fontes e Características das Águas Para o Reuso

#### 3.3.2.1 Água Cinza

Segundo o NSWDH (Departamento de Saúde da Austrália) as águas residuais em uma residência são divididas em duas categorias:

- Água cinza: aquelas que não são contaminados por fezes ou urina. Esta categoria inclui o efluente do chuveiro, pia do banheiro, lavanderia e cozinha;
- Água negra: aquelas que provenientes da descarga do vaso sanitário, contendo fezes e urina;

De acordo com Gelt (2001), citado por Zabrocki e Santos (2005) a água cinza é originada pelo chuveiro, banheira, lavatório e máquina de lavar, desconsiderando a água cinza proveniente da pia de cozinha e máquina de lavar pratos.

A ANA (2005) também não considera o efluente da cozinha como água cinza e coloca que tais águas cinza podem ser oriundas de escritórios, escolas, residências entre outros.

Não se deve considerar como água cinza o efluente de cozinhas, pois é altamente poluído, putrescível e com inúmeros compostos indesejáveis, como por exemplo, óleos e gorduras (BAZZARELLA, 2005), que necessitam de um tratamento mais elaborado para tornar este efluente em padrões mínimos para reuso, onerando o sistema de reutilização.

As características físico-químicas podem variar de acordo com a fonte selecionada, a água cinza pode conter vários tipos de contaminações, pela grande gama de utilizações que são feitas em aparelhos sanitários. São comuns as situações onde usuários utilizem o banho para fazer a higienização após a utilização do vaso sanitário. A limpeza de ferimentos pode ocorrer em qualquer torneira disponível, seja na lavanderia ou no banheiro.

A Tabela 4 apresenta as características de água cinza originadas em chuveiros e lavatórios que foram coletados de um complexo esportivo e edifícios residências localizadas no Sul do Brasil.

**Tabela 4: Características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinza originada em banheiros brasileiros**

Parâmetros	Concentrações		
	Edifício Residencial	Banheiro Masculino: Complexo Esportivo	Banheiro Feminino: Complexo Esportivo
Temperatura (°C)	24,00	-	-
Cor (UH)	52,30	Ausente	Ausente
Odor	-	Ausente	Ausente
Turbidez (UT)	37,35	0,8	1,3
pH	7,20	8,4	8,8
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,63	-	-
Cloro Livre (mg/L)	0,00	-	-
Cloro Total (mg/L)	0,00	-	-
Fósforo Total (mg/L)	6,24	-	-
DBO (mg/L)	96,54	20,3	96
Sólido suspenso (mg/L)	-	54	86
Dureza	-	122	130
Zinco	-	0,03	0,1
Cobre	-	0,23	0,19
Ferro	-	0,33	0,1
Coliforme Total (MPN/100 mL)	11x10 <sup>6</sup>	<200	-
Coliforme Fecal (MPN/100 mL)	1x10 <sup>6</sup>	-	-

Fonte: ANA, FIESP & SINDUSCON-SP (2005).

Os padrões analisados são baseados na Portaria MS 518/2004 e no CONAMA 357/2005, já que no Brasil não há uma resolução específica que estabelecem os padrões para as águas de reuso. Os resultados mostram que há uma grande carga de DBO, o que pode gerar sabor e odor na água. Também há uma grande concentração de teor surfactantes, que podem gerar espuma e odor através de sua decomposição e o alto teor de fósforo indica a presença de moléculas orgânicas e matéria fecal. Já a alta turbidez revela que há presença de sólidos em suspensão (ANA, 2005).

A qualidade das águas cinza pode variar conforme a localidade, nível de ocupação da residência, estilo de vida, classe social, cultura e costumes dos moradores. Elas podem ainda apresentar características diferentes, o que depende do ponto de amostragem (SILVA et al.,2010).



### 3.3.2.2 Água de Chuva

A reutilização de água da chuva em uma residência é outra opção de reuso, que é água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais (NBR 15527, 2007). Esta pode ser reutilizada na descarga do vaso sanitário, na irrigação de jardins e na limpeza de pisos, equipamentos e carros.

Atualmente o aproveitamento de águas pluviais em regiões áridas e semiáridas é prática comum em muitas regiões do mundo, inclusive no Brasil. Deve haver na água de chuva do mesmo modo que água cinza, gestão de sua qualidade e quantidade, de forma que não comprometa a saúde de seu usuário, nem a vida útil dos sistemas envolvidos. Em pesquisa realizada na Universidade de São Paulo com água de chuva encontrou-se valores de pH entre 5,8 a 7,6, presença de coliformes fecais em mais de 98% das amostras e presença de bactérias, que podem causar intoxicação alimentar, diarreia aguda e infecções urinárias.

A água de chuva, quando a atmosfera está desprovida de poluentes, apresenta pH em torno de 5,7 (levemente ácido), sendo essa acidez natural, consequente da formação de ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ) a partir do dióxido de carbono ( $CO_2$ ) presente no ar (ALT, 2009).

Em indústrias as águas pluviais são fontes alternativas importantes, devido às grandes áreas de telhados e pátios disponíveis na maioria dos casos, que conseqüentemente consegue-se captar água em grandes quantidades. A reutilização desta água da chuva se torna barata, uma vez que possui uma qualidade superior e seu sistema de armazenamento e tratamento ser pouco complexo (FIRJAN, 2007).

### 3.3.2.3 Água de Drenagem de Terrenos

Segunda a ANA (2005) recomenda-se o aproveitamento da água de drenagem de terrenos dos empreendimentos nas seguintes condições:

- A água não é proveniente de poços artesianos;
- A água aflora ao nível de escavação do terreno do empreendimento;
- O rebaixamento do lençol é necessário para o desenvolvimento da obra;
- O edifício já faz o lançamento dessa água de drenagem na rede de drenagem pública; e
- verifica-se que o rebaixamento do lençol freático não prejudicou o abastecimento de lagos naturais da cidade ou ecossistemas do entorno.

Na maioria dos casos a água encontrada aparentemente é de boa qualidade, mas para ser utilizada deve ter sua qualidade controlada a fim de serem retirados os componentes que provoquem riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Na água de drenagem geralmente são encontradas substâncias como sais e óxidos de ferro em grande concentração, compostos químicos e contaminações que estejam incorporados nos terrenos que circunscrevem o empreendimento e também o risco de contaminação por vazamentos da rede pública de coleta de esgotos, por vazamentos de tanques de combustíveis de postos da cidade ou até por chorume proveniente de terrenos utilizados como depósitos de lixo (ANA, 2005).

#### 3.3.2.4 Água de Reuso da Concessionária

A água pode ser reutilizada através do fornecimento do esgoto público da cidade pela concessionária que faz o tratamento de efluentes. No estado de São Paulo, a concessionária tem disponível água de reuso a um custo muito inferior ao da água potável, para utilização de reuso em fins não potáveis de ambientes externos (ANA, 2005).

Estas águas de reuso, oriundas de estações de tratamento de esgoto apesar de tratadas, ainda possuem contaminantes em quantidade que apresentam riscos ao ser humano, por isto, em seu manuseio é recomendado que os usuários utilizem

EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) como botas, luvas e avental de PVC, capacete e protetor facial.

#### 3.3.2.5 Captação Direta

Captar água diretamente de um corpo d'água implica, na maioria das vezes, em implementar técnicas de tratamento de acordo com o uso ao qual a água será destinada, devendo ser respeitados e resguardados a legislação vigente, a saúde humana e o meio ambiente (ANA, 2005).

Há necessidade de um sistema de gestão e monitoramento contínuo da qualidade e da quantidade de água utilizada. Os custos totais, em muitos casos, podem ser elevados quando considerados os custos operacionais de bombeamento, tratamento, produtos químicos, energia, manutenção preventiva, técnicos envolvidos e monitoramento contínuo. Além disso, devem ser considerados os custos relativos às leis de cobrança pelo uso e às leis de proteção ambiental.

#### 3.3.2.6 Águas Subterrâneas

As águas subterrâneas são consideradas parte integrante e inseparável do ciclo hidrológico. A exploração imprópria dessas águas pode resultar na alteração indesejável de sua quantidade e qualidade. A exploração e utilização de águas subterrâneas é permitida e regulamentada (ANA, 2005).

Deve se ter em mente de que devem ser considerados custos relativos à gestão da qualidade e quantidade da água, custos com energia elétrica e a perfuração dos poços de onde será extraída a água.

Os poços artesianos poderão não conter água de boa qualidade, devido a características geológicas do local da perfuração e também na falta de cuidados na execução dos poços.

Dentre os agentes de contaminação das águas subterrâneas no Brasil, destacam-se compostos inorgânicos não metálicos, metais tóxicos (mercúrio, cromo, cádmio, chumbo e zinco), compostos orgânicos sintéticos do grupo BTEX e etc.

Para o uso desta fonte de abastecimento, o empreendimento deve atender a legislação (outorga pelo uso da água), deve ser realizado o tratamento da água a ser captada e um sistema de gestão e monitoramento da qualidade e quantidade da água.

### **3.3.3 Padrões de qualidade de águas cinza para o reuso**

Não há legislação específica sobre os padrões de reuso de água, porém podemos ter com base o manual para a conservação e reuso de água em edificações (ANA, FIESP & SINDUSCON-SP 2005) onde a água para reuso é classificada em quatro classes.

- Água de reuso Classe 1;
- Água de reuso Classe 2;
- Água de reuso Classe 3;
- Água de reuso Classe 4.

A classe 1 estabelece os parâmetros das águas de reuso na descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, fins ornamentais, lavagem de roupas e de veículos. O manual orienta que esta classe exige um elevado grau de transparência, ausência de odor, cor, espuma ou quaisquer formas de substâncias ou componentes flutuantes. A Tabela 5 apresenta os parâmetros para a classe 1.

**Tabela 5: Parâmetros característicos para água de reuso Classe 1**

<b>Parâmetros</b>	<b>Concentrações</b>
Coliformes Fecais	Não detectáveis
pH	6,0 a 9,0
Cor (UC)	≤ 10
Turbidez (UNT)	≤ 2
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1
DBO	≤ 10
Compostos orgânicos voláteis	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
Sólido suspenso total (mg/L)	≤ 5 mg/L
Sólido dissolvido total (mg/L)	≤ 500 mg/L

Fonte: ANA, FIESP & SINDUSCON-SP (2005).

A ABNT-NBR 13969 (1997) que trata do projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar também classifica as águas para reuso em 4 classes. A classe 3 desta norma é destinada para o reuso nas descargas dos vasos sanitários. A normativa ressalta que a água de enxágue de máquinas de lavar roupas satisfaz o padrão desta classe, sendo apenas necessária a passagem desse efluente por um simples processo de cloração. A água desta classe deverá ter turbidez inferior a 10 e coliformes fecais inferiores a 500 NMP/100 mL.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área deste estudo consistiu em uma residência localizada no município de São Miguel do Iguçu, no estado do Paraná. Na mesma residem 5 moradores (fixos) e 1 empregada doméstica (permanência no local – 08h00 às 15h00). A edificação possui 2 pavimentos, sendo térreo e pavimento superior totalizando 392 m<sup>2</sup> de área total construída. No térreo está à garagem, piscina, área de churrasqueira, lavanderia, cozinha, sala de estar, sala de televisão, sala de jantar e 2 lavabos. O pavimento superior possui 4 dormitórios e 2 banheiros. A Figura 1 apresenta a planta baixa da residência, térreo e o pavimento superior estão apresentados respectivamente.

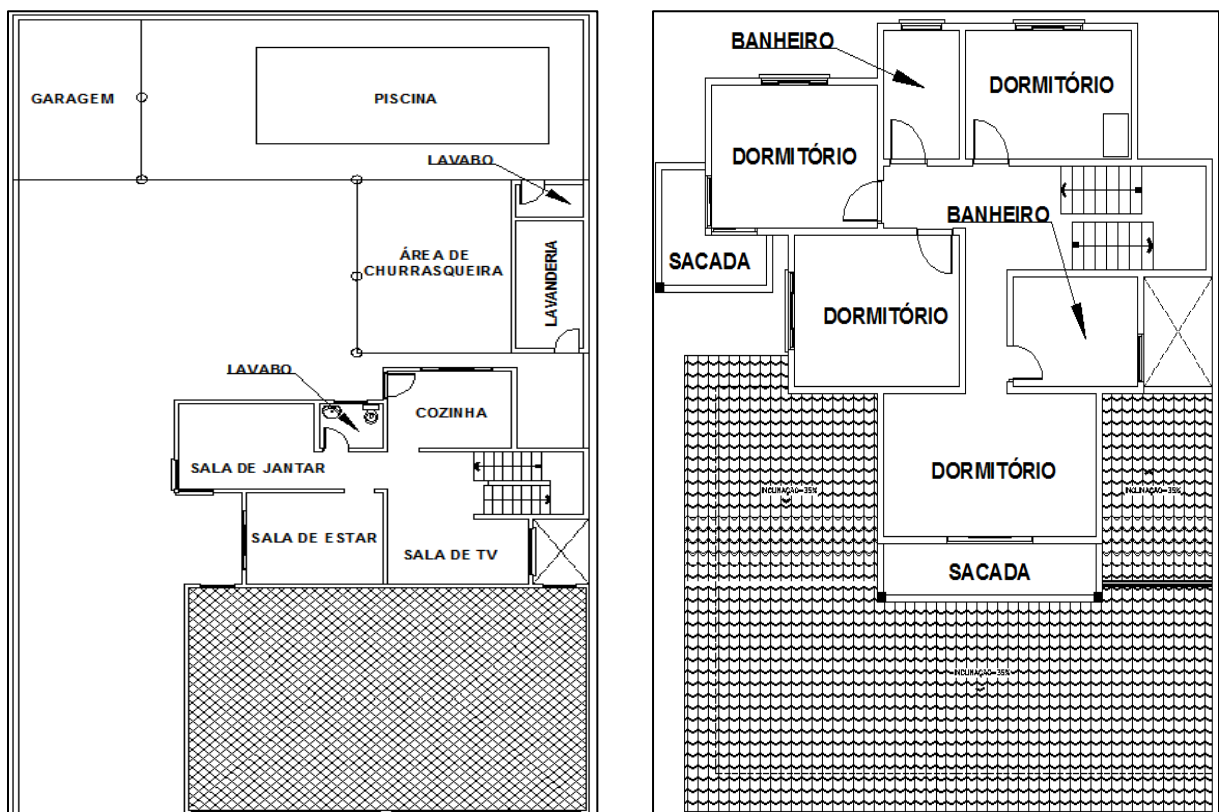


Figura 1: Planta baixa da residência em estudo

## 4.2 QUANTIFICAÇÃO DOS VOLUMES DE ÁGUA

### 4.2.1 Consumo de água da descarga do vaso sanitário

Para a quantificação do volume de água consumido pela descarga do vaso sanitário, foi instalado um hidrômetro em um dos banheiros do térreo para quantificar o volume de água gasto por descarga efetuada. O hidrômetro foi instalado anteriormente ao reservatório de água do vaso sanitário. Para a aferição do volume de água, foram efetuadas 10 descargas de água, a cada descarga era anotado o volume de água aferido pelo hidrômetro. A Figura 2 mostra como foi instalado hidrômetro.



**Figura 2: Instalação do hidrômetro no reservatório da descarga**

O hidrômetro utilizado é do tipo unijato residencial, velocimétrico, de transmissão magnética. Este equipamento é de classe B, pois a vazão mínima é correspondente a 2% da vazão nominal. Nos hidrômetros do tipo monojatos, a água

incide diretamente na turbina. Têm como princípio de funcionamento a contagem do número de revoluções da turbina ou hélice para obtenção do volume, que é feito de forma indireta, de acordo com uma correlação baseada na aferição do hidrômetro, o número de revoluções da turbina é registrada em um dispositivo totalizador (ELSTER, 2011). A Figura 3 apresenta o hidrômetro que foi utilizado para a quantificação do volume de água.



**Figura 3: Hidrômetro utilizado para aferição do volume**

Para a quantificação de toda a água consumida pelos quatro cômodos da casa que possuem vaso sanitário, foram colocadas tabelas em cada cômodo, para que quando fosse efetuada a descarga do vaso sanitário, o usuário assinalava a tabela. As tabelas permaneceram por uma semana em cada banheiro e ao final foram contadas quantas vezes a descarga foi efetuada pela quantificação do número de vezes que cada usuário assinalou a tabela. Para a aferição do total de volume de água consumido pelas descargas efetuadas nos vasos sanitários, foi multiplicado o número de vezes que foram efetuadas as descargas pelo volume de água gasto em cada descarga. Na Figura 4 temos a tabela instalada em um dos banheiros.





**Figura 4: Tabelas que foram colocadas nos banheiros**

#### **4.2.2 Efluente da lavanderia**

Para quantificar o volume de efluente gerado na lavanderia, foi medido o volume gerado na máquina de lavar roupa e no tanque durante o período de uma semana. Para quantificar o volume de efluente gerado pela máquina, redirecionou-se a tubulação utilizada para enviar o efluente para a rede de esgoto para um recipiente de volume não conhecido. A Figura 5 mostra como foi realizado o esgotamento da máquina lavar roupa.



**Figura 5: Esgotamento da máquina de lavar roupas**

Posteriormente o efluente foi repassado do recipiente de volume não conhecido para um recipiente com volume de 12 litros, para que fosse possível realizar a aferição do volume de efluente. A Figura 6 apresenta o recipiente de volume conhecido.



**Figura 6: Recipiente de volume conhecido**

Para a quantificação do volume de efluente no tanque de lavar roupas, foi estabelecido um ponto de referência. Neste ponto de referência o volume de água foi aferido através do recipiente de volume conhecido de 12 litros, o volume do recipiente conhecido foi multiplicado pelo número de vezes que foi necessário para preencher o tanque até o ponto de referência. A Figura 7 apresenta o ponto de que foi utilizado como referência do tanque de lavar roupas.



**Figura 7: Ponto de referência utilizado no tanque**

Para estabelecer o volume diário que foi gerado de efluente no tanque, foi instalada uma tabela na lavanderia, cada vez que o volume de água atingisse o ponto de referência, o usuário assinalava a tabela. O volume até o ponto de referência foi multiplicado pelo número de vezes que os usuários assinalaram a tabela para estabelecer o volume de efluente gerado no tanque de lavar roupas. A Figura 8 apresenta a tabela utilizada para quantificar o número de vezes que o volume atingisse o ponto de referência no tanque de lavar roupas.



**Figura 8: Tabela utilizada na lavanderia**

#### 4.4 ECONOMIA DE ÁGUA

Para realização do balanço de economia de água, consultou-se a tarifa cobrada pela empresa de saneamento básico SANEPAR e o histórico do consumo de água para aferir qual o consumo de água potável mensal na residência.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 QUANTIFICAÇÃO DOS VOLUMES

#### 5.1.1 Volume de água consumido pela descarga do vaso sanitário

A Tabela 6 mostra o volume aferido em cada descarga efetuada no vaso sanitário. Observa-se que houve uma pequena variação em cada descarga efetuada.

**Tabela 6: Volume aferido por descarga efetuada**

Descarga efetuada	Volume aferido (L)
1	5,7
2	5,8
3	5,6
4	5,9
5	5,8
6	5,7
7	5,8
8	5,7
9	5,8
10	5,7

Devido a variação em cada descarga efetuada, realizou-se a média que resultou em um valor de 5,8 litros por descarga.

Foram efetuadas 186 descargas no total durante o período de uma semana, como podemos ver na Tabela 7.

**Tabela 7: Números de descargas efetuadas**

Banheiro	Descargas efetuadas
1	85
2	18
3	47
4	36
<b>Total</b>	<b>186</b>

Para quantificar o volume de água mensal utilizado na descarga, pegou-se o número de descargas e multiplicou-se pelo volume gasto para cada descarga efetuada no vaso sanitário. A Tabela 8 apresenta o volume de água utilizado para abastecer a descarga do vaso sanitário.

**Tabela 8: Volume semanal e mensal utilizado no vaso sanitário**

Descargas efetuadas	Volume por descarga efetuada (L)	Volume semanal (L)	Volume mensal (L)
186	5,8	1078,8	4315,2

MAGRI et al.,(2008) em seu estudo encontrou o valor de 4.100 litros por mês para água utilizada para alimentação do sistema de descarga do vaso sanitário. Peters (2006) encontrou uma demanda de 5.300 litros por mês para tal uso. Como se pode observar, o valor calculado nesta pesquisa encontra-se próximo aos valores obtidos por outros estudos.

### **5.1.2 Volume de efluente gerado na lavanderia**

A Tabela 9 apresenta o volume de efluente que foi gerado na lavanderia.

**Tabela 9: Volume gerado na lavanderia**

Equipamento	Volume diário (L)	Volume semanal (L)	Volume mensal (L)
Máquinas de lavar roupa	75	300	1200
Tanque	260	1040	4160
<b>Total</b>	<b>335</b>	<b>1340</b>	<b>5360</b>

MAGRI et al.,(2008) em seu estudo encontrou o valor de 4.026 litros por mês para água utilizada para alimentação do sistema de descarga do vaso sanitário. Peters (2006) encontrou uma demanda de 2.199 litros por mês para tal uso. Como se pode observar, ocorre uma grande variabilidade no volume calculado nesta pesquisa, isto pode ocorrer possivelmente pelo fato de que os estudos foram realizados em regiões e climas distintos, sendo até mesmo a condição socioeconômica uma importante variável influenciadora dos hábitos domésticos, que por sua vez interferem sobre a quantidade das águas cinza geradas nas residências objeto das pesquisas (efluente doméstico).

## 5.2 BALANÇO DE ECONOMIA DE ÁGUA E FINANCEIRA COM O REUSO DE ÁGUA

A Tabela 10 apresenta os dados coletados do consumo de água potável na residência dos últimos nove meses.

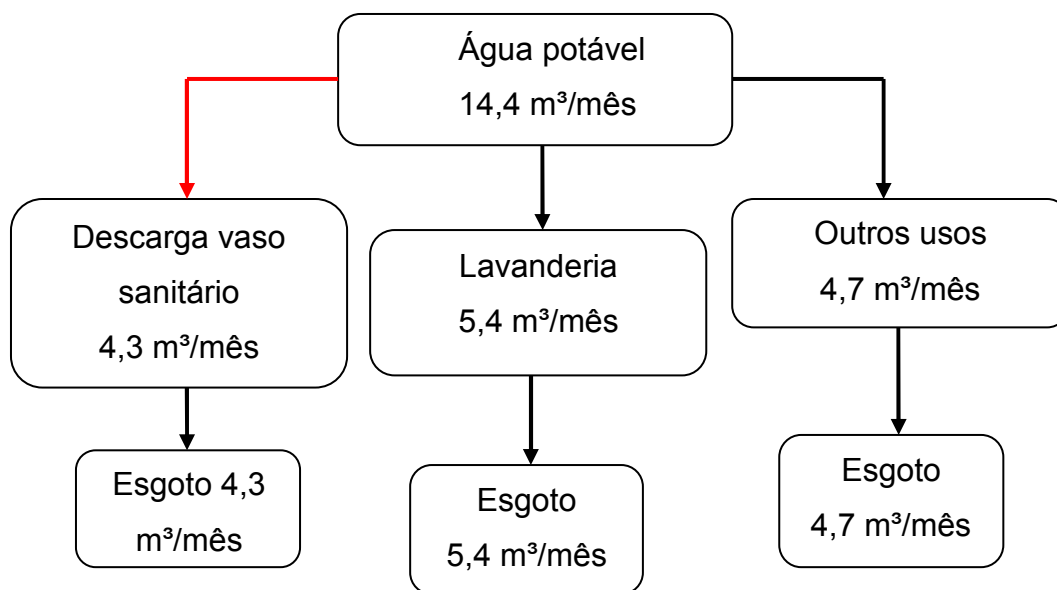
**Tabela 10: Histórico do consumo de água potável na residência**

<b>Mês/Ano</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>/mês)</b>
10/Out	15
11/Out	10
12/Out	13
01/Nov	21
02/Nov	18
03/Nov	11
04/Nov	14
05/Nov	12
06/Nov	16

Como se pode observar o consumo apresentou significativas variações ao longo do período analisado, portanto calculou-se o valor médio de consumo na residência em estudo. O resultado da média calculada foi de 14,4 m<sup>3</sup>.

A Figura 9 mostra a distribuição do consumo de água potável na residência. Observou-se que há um grande volume de efluente gerado na lavanderia e este volume atenderia a demanda da descarga do vaso sanitário e ainda sobraria uma quantidade que seria enviada direto para a rede coletora de esgoto.





**Figura 9: Distribuição do volume consumido de água potável na residência (sem reutilização do efluente)**

A Tabela 11 apresenta as tarifas cobradas pelos serviços de saneamento básico realizado pela SANEPAR a partir de março do ano de 2011 até a data de desenvolvimento deste estudo.

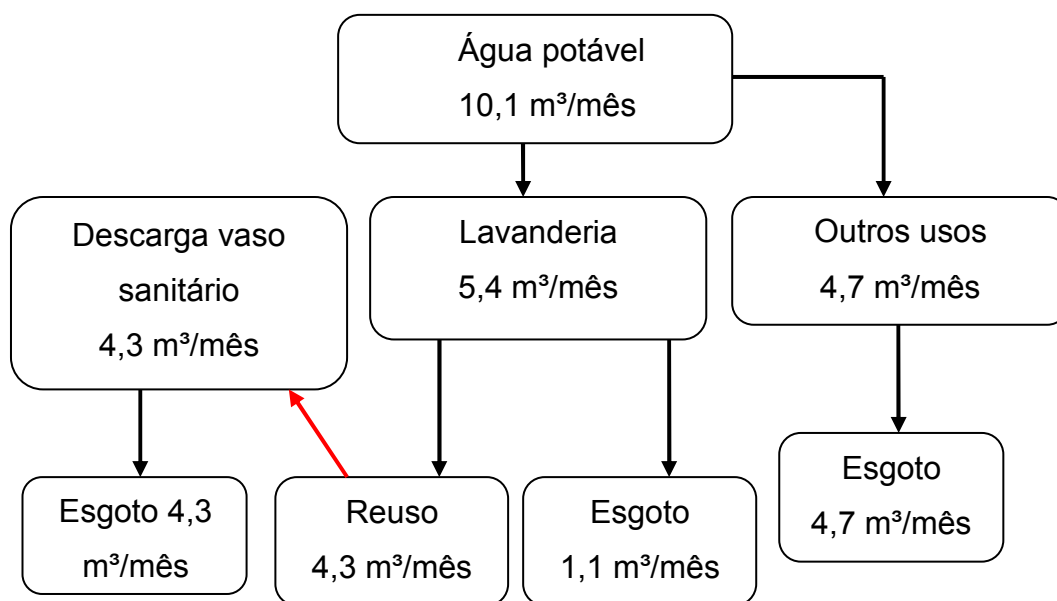
**Tabela 11: Tabela de tarifas de saneamento básico**

Local	Categoria	Até 10 m <sup>3</sup>	Excedente a 10 m <sup>3</sup>	Excedente a 30 m <sup>3</sup>
Todas as localidades operadas	Água	R\$ 18,97	R\$ 18,97 + R\$ 2,84/m <sup>3</sup>	R\$ 75,77 + R\$ 4,85/m <sup>3</sup>
	Esgoto	R\$ 16,12	R\$ 16,12 + R\$ 2,41/m <sup>3</sup>	R\$ 64,40 + R\$ 4,12/m <sup>3</sup>
Curitiba	Água e esgoto	R\$ 35,09	R\$ 35,09 + R\$ 5,25/m <sup>3</sup>	R\$ 140,17 + R\$ 8,87/m <sup>3</sup>
	Esgoto	R\$ 15,18	R\$ 15,18 + R\$ 2,27/m <sup>3</sup>	R\$ 60,62 + R\$ 3,88/m <sup>3</sup>
Demais localidades	Água e esgoto	R\$ 34,15	R\$ 34,15 + R\$ 5,11/m <sup>3</sup>	R\$ 136,39 + R\$ 8,73/m <sup>3</sup>

Fonte: SANEPAR (2011)

A edificação deste estudo está enquadrada na categoria de “Demais Localidades” da Tabela 26, pois possui consumo excedente a 10 m<sup>3</sup>. Com os dados do volume de efluente gerado na lavanderia da residência e o volume de água consumida pela descarga do vaso sanitário, notou-se que a residência que consome em média 14,4 m<sup>3</sup> por mês de água potável com a reutilização do efluente da lavanderia, haveria o seu consumo de água potável diminuído para 10,1 m<sup>3</sup> por mês, o que resultaria na economia de R\$ 21,97 por mês.

Nesse sentido, tem-se ainda um excedente de 1,1 m<sup>3</sup> por mês de efluente da lavanderia, que é direcionado a rede de coleta de esgoto. A Figura 10 demonstra a distribuição de consumo de água potável da residência, o volume de efluente gerado na lavanderia, demanda da descarga do vaso sanitário e a reutilização do efluente na descarga do vaso sanitário.



**Figura 10: Distribuição do volume consumido de água potável na residência (com reutilização do efluente)**

A residência em estudo, sem o reuso do efluente da lavanderia na descarga do vaso sanitário paga a companhia de saneamento básico o valor de R\$ 56,63 por mês, com reutilização do efluente na residência, o valor pago seria de R\$ 34,66 por mês. Isto geraria uma economia de aproximadamente 39% ao mês.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O volume obtido pelo efluente da lavanderia na residência foi suficiente para alimentação da descarga dos vasos sanitários, mostrando que há segurança na implantação do reuso no que diz respeito a volume na demanda para alimentação da descarga do vaso sanitário. Ainda há sobre do efluente da lavanderia que poderia ser utilizada para outras atividades domésticas que não necessite ser potável, como a limpeza de calçadas e a rega de jardim.

A metodologia adotada nesta pesquisa demonstrou-se eficiente para aferir o volume de água necessário para a descarga do vaso sanitário, pois os valores encontrados foram aproximados aos dos demais autores que trabalharam com valores reais em situações semelhantes ao deste estudo. Já o volume do efluente gerado na lavanderia mostrou-se com uma grande variabilidade comparando-se aos dados dos outros autores, isso pode ter ocorrido possivelmente pelo fato de que as pesquisas serem realizadas em regiões diferentes, sendo até mesmo a condição socioeconômica uma importante variável influenciadora dos hábitos domésticos.

Vale ressaltar que não há nenhuma legislação específica que estabeleça os padrões mínimos de qualidade da água de reuso e que defina os conceitos do que pode ser considerada águas cinza ou água negra.

Através do levantamento histórico do consumo de água potável na residência da tarifa cobrada pelos serviços de saneamento básico e do volume de água que é necessário para alimentar a descarga do vaso sanitário, conseguiu-se apurar que com a reutilização do efluente da lavanderia na descarga do vaso sanitário há uma economia de aproximadamente 39% por mês na cobrança da taxa dos serviços de saneamento básico.

Diante disto, este abatimento mensal na cobrança da taxa de serviços de saneamento básico poderia ser convertido em investimento na implantação de um sistema de reuso do efluente da lavanderia na descarga do vaso sanitário e possivelmente é viável economicamente, e uma vez que a água que alimenta a descarga do vaso sanitário é potável e reconhecendo que esta se encontra cada vez mais escassa, a implantação deste também é viável do ponto de vista ambiental.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13969**: Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. 1997. 60 p.

ANA, FIESP & SINDUSCON-SP. **Conservação e reuso de água nas edificações**. São Paulo: Junho de 2005. Prol Editora Gráfica. 151 p.

ANDREOLI, Fabiana de Nadai; IHLENFELD, Ricardo Germano; TEIXEIRA, Edmilson Costa. BACIA DE INFILTRAÇÃO COMO ALTERNATIVA DE REUSO DA ÁGUA E TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO, NA REMOÇÃO DE DQO, SS E NITROGÊNIO. **Sanare**: Revista Técnica da Sanepar, Curitiba, v. 11, n. 11, p.9-18, jun./dez.1999. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/SanareN11.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

AUSTRÁLIA. NSW Health. **Greywater Reuse in Sewered Single Domestic Premises**. , 2000. 19 p. Disponível em: <<http://www.murray.nsw.gov.au/files/9681/File/Greywater.pdf>>. Acesso em: 26 Maio 2011.

AZEVEDO, Eduardo Bessa. Poluição vs. tratamento de água: duas faces da mesma moeda. **Química Nova Na Escola**, São Paulo, n. 10, p.21-25, nov. 1999. Mensal. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/quimsoc.pdf>>. Acesso em: 12 out. 11.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Pós-graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em: <[http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Bazzarella\\_BB\\_2005.pdf](http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Bazzarella_BB_2005.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2011.

BERNARDI, Cristina Costa. **REUSO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO**. 2003. 52 f. Monografia (Especialização Lato Sensu) - Curso de Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, Isea-fgv, Brasília, 2003.

BEZERRA, Stella Maris da Cruz *et. al.*,. Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. **Ambient. constr. (Online)**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, dez. 2010 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212010000400015&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212010000400015&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 01 jun. 2011. doi: 10.1590/S1678-86212010000400015.

BRASÍLIA. Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Recursos Hídricos. (Org.). **Plano Nacional de Recursos Hídricos: Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil**. Brasília: Dupligráfica, 2006. 280 p.

DIFANTE, Jaqueline dos Santos; SILVA, Rodrigo Ferreira da. CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO EM INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES. **Disciplinarum Scientia: Ciências Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p.39-54, 2007. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/36/tecnologicas/2007/Conservacao.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2011.

ELSTER (Brasil). **Hidrômetro unijato residencial**. Disponível em: <[http://agua.elster.com.br/downloads/Catalogo\\_Elster\\_Hid\\_S120\\_V1\\_0\\_Final\\_05\\_12\\_08\\_1.pdf](http://agua.elster.com.br/downloads/Catalogo_Elster_Hid_S120_V1_0_Final_05_12_08_1.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2011.

FERNANDES, V. M. C., **Padrões Para Reúso De Águas Residuárias Em Ambientes Urbanos**. Universidade de Passo Fundo, RS. 2004. Disponível em <<http://www.upf.br/coaju/download/padroesreusoaguall.pdf>>. acesso em 16 Maio 2010.

FIESP/ANA (Brasil) **CONSERVAÇÃO E REUSO DE ÁGUA: MANUAL DE ORIENTAÇÕES PARA O SETOR INDUSTRIAL**. São Paulo, 2004. 1 v. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/ambiente/reuso.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2011.

FIORI, Simone; FERNANDES, Vera Maria Cartana; PIZZO, Henrique. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinza em edificações. **Ambiente Construído**: Sistemas Prediais, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p.19-30, jan./mar. 2006. Trimestral. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3676/2042>>. Acesso em: 25 maio 2011.

FIRJAN (Rio De Janeiro). **Manual de conservação e reúso da água na indústria**. Rio De Janeiro: 2006. 21 p. Disponível em: <[http://www.siamfesp.org.br/novo/downloads/cartilha\\_reuso.pdf](http://www.siamfesp.org.br/novo/downloads/cartilha_reuso.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2011.

GARCIA, Ana *et. al.*. CONSUMO DOMICILIAR E USO RACIONAL DA ÁGUA EM ÁREAS DE BAIXA RENDA: PESQUISA DE OPINIÃO. In: CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Salvador, Bahia, 2010. p. 1 - 5. Disponível em: <[http://www.teclim.ufba.br/site/material\\_online/publicacoes/pub\\_art108.pdf](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art108.pdf)>. Acesso em: 26 mar. 2011.

HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aqüíferos. **Rbrh - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p.75-95, Outubro/Dezembro, 2002. Trimestral.

JOVENTINO, Emanuella Silva *et. al.*,. **Comportamento da diarreia infantil antes e após consumo de água pluvial em município do semi-árido Brasileiro. Texto contexto - enferm.**, Florianópolis, v. 19, n. 4, dez. 2010. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104\\_07072010000400012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104_07072010000400012&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 19 abr. 2011. doi: 10.1590/S0104-07072010000400012.

LOBO, Luciana Paula. **ANÁLISE COMPARATIVA DOS PROCESSOS DE FILTRAÇÃO EM MEMBRANAS E CLARIFICAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA PARA REUSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA**. 2004. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2004/lucianapaulalobo2004.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2011.

MACÊDO, J. A. B., **Águas & Águas**. Belo Horizonte - MG: CRQ - MG, 2004. 977p.

MAGRI, Maria Elisa *et. al.*,. REÚSO DE ÁGUAS CINZA TRATADAS EM DESCARGA DE VASO SANITÁRIO E REGA DE JARDIM. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2008, Belém. **ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Belém: ., 2008. p. 1 - 10. Disponível em: <<http://www.gesad.ufsc.br/download/MAGRI,%20M.%20E.%20et%20al%202007.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2011.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **REÚSO DE ÁGUA**. Barueri, SP: Manole, 2003. 579p.



MARINHO, Elizabeth Cândida de Araújo. **USO RACIONAL DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS**. 2007. 72 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Escola de Engenharia, Ufmg, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/USO%20RACIONAL%20DA%20%C1GUA%20EM%20EDIFICA%C7%D5ES%20P%DABLICAS.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2011.

NUVOLARI, Arioaldo *et. al.* **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. São Paulo: Editora Blucher, 2003. 520 p.

OLIVEIRA, Lucia Helena de *et. al.,.* **Levantamento do estado da arte: Água: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável**. São Paulo: Usp, 2007. 107 p. Disponível em: <[http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/pdf/D2-1\\_agua.pdf](http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/pdf/D2-1_agua.pdf)>. Acesso em: 25 maio 2011.

PELLACANI, Chrstian Rodrigo. **Poluição das águas doces superficiais & responsabilidade civil**. Curitiba: Juruá, 2005. 137 p.

PETERS, Madelon Rebelo *et al.* POTENCIALIDADE DE REÚSO RESIDENCIAL UTILIZANDO FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 8., 2006, Fortaleza. p. 35 43. Disponível em: <<http://www.gesad.ufsc.br/download/Peters%20et%20al.%20%20VIII%20Sibesa.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2011.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005. 842 p.

REBOUÇAS, Aldo da C. *et. al.,.* **ÁGUAS DOCES NO BRASIL: CAPITAL ECOLÓGICO, USO E CONSERVAÇÃO**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2008. 720 p.

SEMURA, Keiko Arlete *et. al.*,. ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DE REÚSO E PROPOSIÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA USOS URBANOS NÃO POTÁVEIS A PARTIR DAS ETES DA RMSP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande. **ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Campo Grande: 2005. p. 1 - 8. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-106.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2011.

SILVA, José Orlando Paludetto; HESPANHOL, Ivanildo. **REUSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA DE CURTIMENTO DE COUROS: ESTUDO DE CASO NO DISTRITO INDUSTRIAL DE FRANCA - SP**. São Paulo: 2000. 15 p. Disponível em: <[www.poli.usp.br](http://www.poli.usp.br)>. Acesso em: 12 abr. 2011.

SILVA, Wilson Marques *et. al.*,. **AVALIAÇÃO DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS CINZA EM EDIFICAÇÕES, CONSTRUÇÕES VERDES E SUSTENTÁVEIS**. 11. ed. Goiânia: Centro Científico Conhecer, 2010. 15 p. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/avaliacao%20da%20reutilizacao.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2011.

SOUSA, Miguel de; VIEGAS, Ines; PEREIRA, Helder. **MODELOS TERRESTRES EXTREMOS PARA A PESQUISA DE VESTÍGIOS DE VIDA EM MARTE**. In: CONGRESSO CIENTISTAS EM AÇÃO, 3, 2005, Loulé, Portugal, 2005. p. 51 - 52. Disponível em: <[http://www.es-loule.edu.pt/biogeo/pdf/Sousa\\_etal2008.pdf](http://www.es-loule.edu.pt/biogeo/pdf/Sousa_etal2008.pdf)>. Acesso em: 18 maio 2011.

TUNDISI, José Galizia. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado**. Cienc. Cult., São Paulo, v.55, n.4, Dec. 2003. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000400018&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400018&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 16 May 2011.

VIEIRA, Paulo Rodrigues. **Água e desenvolvimento**. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/artigos/20110323\\_%C3%81gua%20e%20desenvolvimento1.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/artigos/20110323_%C3%81gua%20e%20desenvolvimento1.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2011.

VON SPERLING, Marcos. **Princípio do tratamento biológico de águas residuárias**: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2005. Disponível em: <[http://books.google.com.br/books?id=1pxhLVxVFHoC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=1pxhLVxVFHoC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 25 maio 2011.

WEILER, Dinae Karine. **CARACTERIZAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO REUSO DE ÁGUAS DA INDÚSTRIA TÊXTIL**. 2005. 112 f. Dissertação (Pós-graduação) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química E Engenharia De Alimentos, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<http://www2.enq.ufsc.br/teses/m128.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2011.

ZABROCKI, Luciana; SANTOS, Daniel Costa Dos. **CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CINZA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Saneamento ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade?**. Abes - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. p. 1 - 14. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-099.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2011.