

## SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PARA EDIFICAÇÕES

### **Ricardo Reis Chahin<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista formado pela Escola de Engenharia Mauá em 1993. Proficiência em Inglês pela Universidade Michigan em 1994. Professor do Departamento de Engenharia Civil e Sanitária da Escola de Engenharia Mauá 1995. Atualmente Engenheiro da Coordenadoria do Uso Racional da Água.

### **Carlos Alberto de Moya Figueira Netto**

Engenheiro Civil formado pela POLI. Professor do Departamento de Engenharia Civil e Sanitária da Escola de Engenharia Mauá 1984. Coordenador de Projetos de Saneamento no CNEC.

### **Esteban Messuti**

Estagiário do 5º ano da Escola de Engenharia Mauá.

### **Lucciano André Ribeiro**

Estagiário do 5º ano da Escola de Engenharia Mauá.

**FOTOGRAFIA  
NÃO  
DISPONÍVEL**

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Dr. Carlos Alberto do Espírito Santo, 93 - Pinheiros - São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: (011) 3030-4082 - Fax: (011) 814-4911 - e-mail: [rchahin@sabesp.com.br](mailto:rchahin@sabesp.com.br)

## **RESUMO**

Grande parte da água utilizada dentro das edificações pode ser reaproveitada para fins menos nobres, para isso é necessário analisar as diversas utilizações da água na edificação e definir alternativas para reaproveitamento da mesma. Neste trabalho, cujo tema foi escolhido por 2 formandos da Escola de Engenharia Mauá, só foi possível detalhar um sistema para edifícios residenciais.

Este trabalho foi feito com o objetivo de elaborar um sistema economicamente viável capaz de reaproveitar uma parte da água utilizada nas edificações, para fins não potáveis, acarretando economia real devido a diminuição da demanda final

Tal sistema consiste, basicamente, em reaproveitar a água do banho, dos lavatórios e da lavagem de roupas que, após passar por um processo de tratamento, será utilizada como descarga sanitária, rega de jardins, limpeza de pátios e carros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reaproveitamento de Água, Máquinas de Fluxo, Equipamentos Economizadores, Viabilidade Econômica.

## INTRODUÇÃO

A Terra possui inúmeros recursos naturais. Desde os tempos mais remotos o homem aproveita-os como fontes de energia. Os mesmos, por sua vez são finitos. Cabe ao ser humano saber aplicá-los da melhor maneira possível. Será que tais recursos estão sendo devidamente utilizados pela humanidade?

Nações desenvolvidas começam a perceber a importância da correta aplicação de tais bens. Países como a França, e principalmente, o Japão já utilizam tecnologia visando o máximo aproveitamento dos meios naturais. Existem, assim, programas sérios de reciclagem de diversos recursos como, por exemplo, da água. Fontes de energia atualmente não utilizadas maciçamente tendem num futuro próximo a tornar-se uma saída para a escassez.

É natural que países pobres, chamados de "terceiro mundo", não tenham uma visão da importância de tais recursos para a vida. Isso ocorre, possivelmente, pelo fato de em tais localidades existirem inúmeros distúrbios políticos e sociais (pobreza, fome, falta de condições mínimas de sobrevivência, guerras civis) não "permitindo" que as autoridades se preocupem com outros "problemas menores". Assim, em suma, a pobreza ofusca, em primeira instância, a importância do devido uso de tais recursos. Num país como o Brasil, em que se tem abundância de bens naturais e grande parte da população vive em estado de miséria, é de certa forma, compreensível que, a curto prazo, as autoridades não levem em consideração o assunto.

Nota-se, assim, o grande problema que circunda o uso dos meios naturais. De um lado estão as nações desenvolvidas que por sua vez acabaram com grande parte de suas reservas naturais e hoje ou num futuro próximo necessitarão controlar melhor os recursos que lhes resta. Na outra ponta, estão os países pobres (maioria do planeta) que só se darão conta do fim de tais bens quando os mesmos estiverem próximos do seu término. Percebe-se, então, que grande parte dos habitantes não possui a noção exata da importância de tais recursos para o futuro da vida do homem na Terra. Assim, a utilização desses meios é indevida ocorrendo subaproveitamento.

Preocupados com o possível colapso de abastecimento de água potável previsto para a primeira década do século XXI, nos propusemos à elaboração de um sistema que seja capaz de reaproveitar ou evitar o desperdício desse importante recurso.

## DESENVOLVIMENTO DO TEMA

Junto à proposta de trabalho acima descrita, é necessário ressaltar a importância do estudo da viabilidade de tal projeto nos dias atuais e num país (Brasil) que possui abundância de água (deve-se, no entanto, lembrar que no Brasil existem sérios problemas no abastecimento de água tratada).

### Campo de estudo

- Tratamento de esgotos domésticos
- Estudos de efluentes
- Máquinas de fluxo
- Mecânica dos fluidos
- Instalações prediais
- Engenharia do valor

## Definição de termos

### Caixa de gordura

Os esgotos contêm grande quantidade de óleos, graxas, gorduras, cêras e outros materiais de densidade inferior à da água.

Caixas de gordura são unidades de remoção desses materiais de densidade menor que a da água. Elas devem ser dotadas de:

- capacidade de acumulação de gordura entre cada operação de limpeza;
- condições de tranquilidade suficiente para permitir a flutuação do material;
- dispositivos de entrada e saída convenientemente projetados, permitindo ao afluente e efluente escoarem normalmente;
- condições de vedação suficiente para evitar o contato com insetos, roedores, entre outros.

### Desinfecção

A desinfecção é uma forma de extermínio de organismos patogênicos. O cloro, ou agente desinfetante, penetra nas células dos microorganismos e reage com suas enzimas, destruindo-as. As enzimas são um complexo de proteínas funcionando como catalisadores orgânicos em reações químicas dos microorganismos. Como são essenciais aos processos metabólicos das células vivas, estas, sem a ação das enzimas, morrem.

As principais formas de desinfecção da água são:

- por cloração
- com raios ultravioletas;
- com ozona.

Utilizar-se á a desinfecção por cloração no projeto, já que é a mais simples e de menor custo de instalação, podendo ser facilmente automatizada.

Embora, a desinfecção por cloração tenha algumas desvantagens em relação aos outros métodos, as mesmas não foram consideradas pois a água reutilizada não terá um fim potável.

A seguir, encontra-se o esquema da instalação do sistema.

Notou-se que outras nações possuem sistemas similares ao que se deseja implantar (vide anexos).

Definiram-se, assim, parâmetros importantes para o início da elaboração do sistema, tais como o consumo médio de água por pessoa por dia de acordo com o tipo de edifício (comercial ou residencial), as porcentagens médias de consumo de água para cada atividade, a tarifa de água, os tipos de tratamentos possíveis para reutilizar essa água, entre outros dados coletados.

Mais adiante, como por exemplo no estudo preliminar da viabilidade econômica, serão mencionados alguns desses dados obtidos por meio de pesquisa bibliográfica devido ao fato de não existir nenhum estudo caracterizando o perfil de consumo da RMSP ou do Brasil.

## CONCEPÇÃO DO PROJETO

O projeto inicial visa implantar o sistema de reuso de água em edifícios que ainda não foram construídos, ou seja, ainda estão sendo projetados. Esta premissa foi utilizada para simplificar, de início, o trabalho. O fator preponderante que nos levou a considerar tal situação é o custo que seria envolvido caso decidíssemos optar pela transformação de um edifício já existente. Certamente, o preço é mais baixo instalando o sistema num prédio ainda em construção. Também, com essa condição, são acarretados menores transtornos. No entanto, não abrangendo o conteúdo deste trabalho, tem-se como objetivo, realizar um estudo para implantar este projeto em edificações já prontas.

Os recursos financeiros necessários para a realização do trabalho não serão significativos, já que não faremos um protótipo. No entanto, o uso do microcomputador e de suas ferramentas será de fundamental importância, principalmente para elaborar a simulação do sistema operando. Para isso, será preciso aprender utilizar um programa que permita realizar tal tarefa.

Definindo o tipo de tratamento que utilizaremos no sistema, poderemos determinar melhor os componentes que serão necessários. Alguns, entretanto, já foram escolhidos. A seguir encontram-se tais itens.

- **Caixa de gordura**

A remoção de gordura tem como finalidade:

- \* evitar obstruções dos coletores;
- \* evitar aderência nas peças especiais do sistema;
- \* evitar o acúmulo na unidade de tratamento, provocando odores desagradáveis e perturbações no funcionamento dos dispositivos de tratamento;
- \* evitar aspectos desagradáveis nos corpos receptores.

- **Sistema de bombeamento**

Esse sistema visa recalcar a água da caixa de gordura (garagem) para o reservatório superior II (cobertura). O sistema será composto por uma bomba centrífuga, um motor, acoplamentos e as válvulas, que têm por finalidade manobrar o sistema.

- **Registros de bóia e válvula de retenção**

Os **registros de bóia** terão fundamental importância pois os mesmos indicarão os níveis de água nos tanques. Estando desativado o sistema de reuso (por um eventual problema de funcionamento ou para manutenção), o nível de água do reservatório II poderia ficar abaixo do necessário para suprir a demanda. Para evitar o transtorno ocasionado pela falta de água, existe uma interligação entre o reservatório superior I e II, que servirá única e exclusivamente para suprir a demanda em casos especiais. O registro de bóia detectará a falta de água no reservatório II, liberando a passagem de água potável proveniente do reservatório superior I

A **válvula de retenção** será utilizada como precaução. Embora o reservatório I esteja num nível superior que o II, e existam "ladrões" em todos dos tanques, a válvula servirá para evitar que num caso especial ocorra o refluxo da água recirculada (reservatório II) para o reservatório I, contaminando a água potável do edifício.

- **Tubulação independente**

A água utilizada nas pias, chuveiros e máquinas de lavar roupa não mais se juntará ao esgoto comum, encontrando-se, então, na caixa de gordura. Além disso, será necessária uma tubulação por onde será recalçada a água da caixa de gordura até o reservatório superior II.

- **Filtros para remoção de partículas**

Existem basicamente duas alternativas para a eliminação de partículas tais como pêlos, terra e poeira.

- \* peneiras móveis;
- \* filtros de bronze sinterizado.

A grande vantagem dos filtros de bronze sinterizado é o baixo custo aliado ao simples funcionamento, concepção e tamanho. Assim, existe grande possibilidade de utilizar-se esse equipamento para remoção dessas sujeiras.

## MANUTENÇÃO

O sistema necessitará manutenção periódica dos componentes, visando o perfeito funcionamento.

No entanto, tem-se por finalidade fazer com que algumas tarefas dessa revisão sejam simples, não requerendo nenhum conhecimento amplo sobre o assunto. Assim, por exemplo, a remoção dos detritos da caixa de gordura poderá ser realizada por qualquer funcionário do edifício, bem como a troca do produto desinfetante.

Entretanto, será necessário uma manutenção técnica especializada para itens como bombas, válvulas, tanques, filtros, registros de bóia, motor elétrico, sistema de desinfecção e limpeza dos tanques.

Esses intervalos de revisão e conserto dos equipamentos serão fixados no projeto. Vale lembrar que esses serviços são simples, não acarretando custo muito alto para o condomínio.

## ESTUDO PRELIMINAR DA VIABILIDADE ECONÔMICA

O primeiro passo para realizar esse pré-estudo foi definir alguns parâmetros iniciais.

Abaixo encontram-se os mais relevantes.

**Tabela 1: consumo por pessoa em edifício comercial e residencial.**

<b>Tipo de edifício</b>	<b>Consumo com economia* Litros / pessoa / dia</b>	<b>Consumo predial** Litros / pessoa / dia</b>
Comercial	40	80
Residencial	150	300

Fonte:

\*SABESP Coordenadoria do Uso Racional da Água

\*\*MACINTYRE, A.J., Instalações hidráulicas, RJ, 1982

**Tabela 2: Distribuição da água no consumo doméstico.**

Atividade	% do consumo médio de água
Beber/cozinhar	3,7
Lavar louças	4,3
Limpeza de casa	6,1
Asseio pessoal ( sem banho)	12,3
Lavar roupa	18,4
Banho / chuveiro	24,5
Descarga sanitária	30,7

Fonte: Hamburger Wasserwerke

Para efeito deste trabalho iremos considerar situações extremas de consumo (os consumos existentes em literaturas), e que os equipamentos hidráulicos (louças e metais) existentes no empreendimento não serão economizadores de água, ressaltando que os resultados seriam significativamente mais favoráveis se considerarmos economia de água nas atividades diárias dos usuários bem como equipamentos economizadores de água no empreendimento.

**Tabela 3: Estimativa de consumo dos edifícios adotados.**

	<b>Residencial (adotado)</b>	<b>Comercial (adotado)</b>
	15 andares	20 andares
	4 apartamentos por andar	
	60 apartamentos	20 pessoas por andar
	4 pessoas por apartamento	
	240 pessoas	400 pessoas
<b>Consumo médio de água por dia.(sem economia)</b>	<b>72 m<sup>3</sup></b>	<b>32 m<sup>3</sup></b>
<b>Consumo médio de água por dia.(com economia)</b>	<b>36 m<sup>3</sup></b>	<b>16 m<sup>3</sup></b>

Foram definidos tais edifícios como modelos pois os mesmos são de médio porte onde podem ser instalados o sistema.

Nos prédios residenciais será possível recircular aproximadamente 50% da água, pois utilizar-se-á como água retorno aquela usada no asseio pessoal (12,3%), na lavagem de roupas (18,4%) e no banho (24,5%).

Nos edifícios comerciais, entretanto, só será possível recircular aproximadamente 20% da água devido às características do prédio (tem-se unicamente como água de retorno aquela destinada ao asseio pessoal) porém, caso o prédio possua um refeitório, uma cozinha ou copas teríamos uma situação mais favorável para a recirculação, devendo ser estudado particularmente. Assim, devido a essas considerações, o sistema poderia demorar muito tempo para amortizar o custo inicial de instalação. Por isso, neste estudo preliminar deixou-se de lado a opção de instalar tal sistema em prédios comerciais. Mais adiante, no estudo final de viabilidade retomaremos essa discussão.

Consideraremos, a partir de então, a instalação do sistema para o modelo residencial. A cobrança de água pela Sabesp é feita de forma progressiva de acordo com o consumo.

Para cada faixa de consumo existe uma tarifa por m<sup>3</sup> de água utilizado.

**Tabela 4: Tarifas dos serviços de abastecimento de água e coleta de esgotos para a RMSP.**

Faixas de consumo residencial	Tarifa de água (R\$/ m <sup>3</sup> )
Até 10 m <sup>3</sup>	5,50 (tarifa mínima)
11 a 20 m <sup>3</sup>	0,85
21 a 30 m <sup>3</sup>	2,13
31 a 50 m <sup>3</sup>	2,13
Acima de 50 m <sup>3</sup>	2,36

- **Caixa de gordura**

Tanque de aproximadamente 35 m<sup>3</sup>

Concreto preparado na obra para a estrutura - R\$ 216,81/ m<sup>3</sup>

Espessura das paredes do tanque - 0,2 m

Volume de concreto utilizado - 20 m<sup>3</sup>

Preço do material utilizado - R\$ 4.350,00

Preço da mão de obra - R\$ 900,00

**Valor total da caixa de gordura - R\$ 5.250,00**

- **Reservatório Superior II com sistema de desinfecção**

Tanque de aproximadamente 20 m<sup>3</sup>

Concreto preparado na obra para a estrutura - R\$ 216,81/ m<sup>3</sup>

Espessuras das paredes do tanque - 0,2 m

Volume de concreto utilizado - 12 m<sup>3</sup>

Preço do material utilizado - R\$ 2.500,00

Preço da mão de obra - R\$ 500,00

Sistema de desinfecção - R\$ 1.000,00

**Valor total do reservatório superior II com sistema de desinfecção - R\$ 4.000,00**

- **Sistema de bombeamento**

Bomba centrífuga - R\$ 1.000,00

Motor elétrico - R\$ 500,00

Válvulas - R\$ 300,00

Instalação elétrica - R\$ 450,00

**Valor total do sistema de bombeamento - R\$ 2.250,00**

- **Tubulação independente**

Tubo plástico - R\$ 10,00/m

Estimativa dos metros utilizados - 200 metros ( 4 x altura do edifício)

**Valor total da tubulação extra - R\$ 2.000,00**

- **Filtros para remoção de partículas**

**Valor total dos filtros - R\$ 2.000,00**

**Tabela 5: Custo dos componentes do sistema - custo inicial.**

<b>Componentes</b>	<b>Custo inicial (R\$)</b>
Caixa de gordura	5.250,00
Reservatório II	4.000,00
Sistema de bombeamento	2.250,00
Tubulação	2.000,00
Filtros	2.000,00
Outros	1.500,00
<b>Custo Inicial Total</b>	<b>17.000,00</b>

**Tabela 6: Custo operacional do sistema.**

	<b>Custo (R\$ / mês)</b>
Manutenção	150,00
Engenharia Elétrica	100,00
Agente desinfetante	50,00
<b>Custo Operacional Total / Mês</b>	<b>300,00</b>

Obs.: os valores utilizados para estimar o custo inicial e operacional de instalação de alguns itens foram retirados do jornal O Estado de São Paulo - Caderno de Oportunidades - seção Bolsa da Construção - 19/04/98, e o restante pesquisados junto a profissionais da área.

## CONCLUSÃO

O ganho real por mês será de R\$2.600,00 para a edificação em questão (economia de água e esgoto por mês - R\$2.900,00 menos o custo operacional - R\$300,00 por mês). Como o custo de instalação do sistema estimado é de R\$17.000,00 o sistema se pagará em menos de um ano (7 meses), e com a ressalva de estar economizando um recurso de fundamental importância para a vida: a água. Vale lembrar que neste estudo preliminar foram consideradas situações extremas de gastos. Não foi, por exemplo, levado em conta que com construção da caixa de gordura e do reservatório superior II, os demais tanques teriam suas dimensões reduzidas e com isso sairiam mais baratos.

## RESULTADOS ESPERADOS

O resultado que deseja ser alcançado é o de conseguir elaborar um sistema que reutilize a água, anteriormente lançada como esgoto, visando economia real para o usuário do edifício e, num âmbito geral, tendo como finalidade diminuir o consumo de água potável por habitante, e conseqüente preservação do meio ambiente.

Deve-se ressaltar que existe a intenção de elaborar um sistema que se pague no máximo num intervalo de dois anos (com a economia da água reutilizada). Pelas definições preliminares do nosso estudo estamos caminhando rumo alcançar este objetivo, pelo simples fato de que os componentes a serem utilizados são de simples funcionamento e manutenção, bem como de baixo custo.

Embora tenha sido detalhado apenas o sistema para edifícios residenciais, no caso de edifícios não residenciais (escola, shopping center, condomínio de escritório, etc.) deve-se estudar bem as características da edificação antes de se descartar a hipótese de reuso de água. Por exemplo, um condomínio de escritórios pode ter um sistema de reuso de água viável se tiver copas ou cozinha.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABES –SP, **Reuso da água**, São Paulo, 1992.
2. ABES –SP, **Reuso da água na Região Metropolitana de São Paulo**, 1998.
3. REVISTA DAE. **Reuso da água para fins não potáveis**. São Paulo: Sabesp, n.160, jun. 1991.
4. OKUN, D.A.; CROOK, J., **Water Reclamation and Reuse in SP, BR**. São Paulo, 1989 – Relatório preparado para a organização Pan Americana de Saúde, Sabesp.
5. LAVRADOR, J.F., **Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. São Paulo, 1987. Dissertação ( Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
6. JORDÃO, E.P. , PESSÔA , C.A., **Tratamento de esgotos Domésticos**. 3. Ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.
7. MACINTYRE, A.J., **Instalações Hidráulicas**. 1ed Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.
8. BACELLAR, H.R., **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. Ed. SãoPaulo: McGraw-Hill do Brasil, 1997.