

**CESAR AKIO ITOKAWA**

**ROGER DAVID SALTIEL**

**ESTAÇÃO DOMÉSTICA PARA APROVEITAMENTO DE  
ÁGUAS SERVIDAS**

Trabalho apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do  
título de Engenheiro Mecânico.

**São Paulo  
2000**

**DEDALUS - Acervo - EPMN**



31600005955

**CESAR AKIO ITOKAWA**

**ROGER DAVID SALTIEL**

**ESTAÇÃO DOMÉSTICA PARA APROVEITAMENTO DE  
ÁGUAS SERVIDAS**

Trabalho apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do  
título de Engenheiro Mecânico.

**Área de Concentração:  
Projeto e Fabricação**

**Orientador:  
Adherbal Caminada**

**São Paulo  
2000**

Aos meus pais pela oportunidade  
e a toda minha família. (Cesar)

Aos meus pais pela oportunidade,  
à Dani pela paciência e a D'us por  
tudo. (Roger)

*"A água é o constituinte mais característico da Terra. Ingrediente essencial da vida, a água é talvez o recurso mais precioso que a terra fornece a humanidade. Embora se observe pelos países mundo afora tanta negligência e tanta falta de visão com relação a este recurso, é de se esperar que os seres humanos tenham pela água grande respeito, que procurem manter seus reservatórios naturais e salvaguardar sua pureza. De fato, o futuro da espécie humana e de muitas outras espécies pode ficar comprometido a menos que haja uma melhora significativa na administração dos recursos hídricos terrestres".*

# **SUMÁRIO**

**Lista de Tabelas**

**Lista de Figuras**

**Resumo**

**“Abstract”**

## **ESTUDO DA VIABILIDADE**

<b>1. Introdução . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>2. Estabelecimento da Necessidade . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Necessidade Declarada vs. Necessidade Real . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Necessidade Cultural. . . . .</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Necessidades Percebidas. . . . .</b>	<b>5</b>
<b>3. Síntese das Necessidades . . . . .</b>	<b>6</b>
<b>4. Formulação do Projeto . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>4.1. Características Técnicas . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>4.2. Técnicas de Formulação de Características. . . . .</b>	<b>8</b>
<b>5. Síntese de Soluções. . . . .</b>	<b>10</b>
<b>5.1. Exeqüibilidade Física &amp; Fatores. . . . .</b>	<b>11</b>
<b>6. Solução Escolhida. . . . .</b>	<b>15</b>
<b>6.1. Componentes do Sistema. . . . .</b>	<b>15</b>
<b>7. Metodologia de Análise . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>8. Estudo Preliminar de Custos. . . . .</b>	<b>20</b>

## PROJETO BÁSICO

9. Considerações Iniciais .....	24
10. Descrição Detalhada do Sistema.....	25
11. Modelos.....	27
11.1. Modelo Icônico.....	27
11.2. Modelo Simbólico.....	28
12. Sistema de Esgotos Sanitários .....	29
12.1. Ramais de Descarga.....	30
12.2. Ramais de Esgoto .....	30
12.3. Tubos de Queda .....	31
12.4. Subcoletor.....	33
12.5. Ramal de Ventilação .....	34
12.6. Desconectores.....	35
13. Sistema de Água Fria.....	37
13.1. Estimativa do Consumo Diário de Água.....	37
13.2. Dimensionamento do Sistema de Alimentação.....	40
13.2.1. Ramal Predial.....	40
13.2.2. Alimentador Predial.....	41
13.3. Dimensionamento do Sistema de Reservação.....	42
13.4. Dimensionamento do Sistema de Recalque.....	46
13.4.1. Tubulação de Recalque e Sucção.....	46
13.2.2. Escolha do Conjunto Motor-bomba e Filtro.....	49
13.5. Dimensionamento do Sistema de Distribuição.....	54
14. Identificação e Análise dos Parâmetros de Projeto.....	58
14.1. Análise da Compatibilidade.....	59
14.2. Análise da Estabilidade.....	59

15. Recomendações sobre a Manutenção Preventiva do Sistema. ....	62
16. Análise Financeira. ....	63
17. Conclusões. ....	65
ANEXOS. ....	66
Referência Bibliográfica. ....	75

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA.....	17
TABELA 2: CUSTO INICIAL DO SISTEMA.....	21
TABELA 3: MANUTENÇÃO DO SISTEMA.....	21
TABELA 4: DIMENSIONAMENTO DO RAMAL DE DESCARGA.....	30
TABELA 5: DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE ESGOTO.....	31
TABELA 6: DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA.....	32
TABELA 7: DIMENSIONAMENTO DE COLETORES PREDIAIS E SUBCOLETORES.....	33
TABELA 8: DIMENSIONAMENTO DE RAMAIS DE VENTILAÇÃO.....	34
TABELA 9: ESTIMATIVA DE CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS ..	38
TABELA 10: DIMENSIONAMENTO DO RAMAL PREDIAL E MEDAÇÃO.....	40
TABELA 11: DIMENSIONAMENTO DE ALIMENTADOR PREDIAL.....	42
TABELA 12: RESERVATÓRIO INFERIOR - DIMENSÕES CARACTERÍSTICAS.....	45
TABELA 13: PESOS ATRIBUIDOS AOS PONTOS DE DISTRIBUIÇÃO.....	54
TABELA 14: VAZÕES UNITÁRIAS DOS PONTOS DE DISTRIBUIÇÃO.....	55
TABELA 15: VAZÃO DE PROJETO POR APARTAMENTO.....	56
TABELA 16: PARÂMETROS DE PROJETO.....	58
TABELA 17: INVESTIMENTO INICIAL DO SISTEMA.....	63
TABELA 18: CUSTOS DE MANUTENÇÃO.....	63
TABELA 19: FLUXO DE CAIXA LIVRE.....	64

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1: CORTE ESQUEMÁTICO – RESERVATÓRIO INFERIOR .....	45
FIGURA 2: CORTE ESQUEMÁTICO – RESERVATÓRIO SUPERIOR .....	48
FIGURA 3: CAMPO DE APLICAÇÃO (KSB – MEGANORM) .....	51
FIGURA 4: BOMBA KSB MEGANORM .....	52
FIGURA 5: MOTOR ELÉTRICO WEG .....	53
FIGURA 6: FILTRO GOLD .....	53

## **RESUMO**

A água é vista como um recurso estratégico no próximo milênio. A complexidade da gestão dos recursos hídricos ultrapassa as fronteiras político-administrativas das nações e ganha dimensões globais. A expectativa de que possa faltar água em determinadas regiões do planeta fará com que a água se torne a 'commodity' mais disputada no próximo século.

Com o objetivo de contribuir para o uso racional da água em edifícios a serem construídos foi proposto um sistema de reaproveitamento de águas servidas que permite reduzir o consumo deste bem vital.

Foi realizado o estudo de viabilidade deste sistema bem como o projeto básico. Os principais equipamentos a serem utilizados foram selecionados, permitindo obter uma idéia global de seu funcionamento e custos.

Ao longo do texto, também foram apresentadas outras recomendações que permitem diminuir o consumo de água.

## **ABSTRACT**

It is widely believed that water will be a strategic natural resource in the next millennium. The complexity of water resource administration transcends national boundaries. Because there could be water shortages in certain areas of the planet as early as the next century, it is possible that water may become the world's most disputed commodity.

A system of water reuse has been suggested for new buildings that should encourage rational water usage thus reducing consumption of this vital resource.

A viability study of this system was conducted as well as a preliminary project. The main equipment to be used in the water reuse project has already been selected allowing us to get a big picture of the project and to forecast its costs.

Other recommendations to reduce the consumption of water have been presented along with the text.

# **Estudo de Viabilidade**

## **1. Introdução**

A água é vida. Os filósofos gregos descreviam a água como sendo um dos quatro elementos que formavam a Terra. A água doce é o sangue de nossas terras, a fonte de nutrição de nossas florestas, a beleza estonteante de nossas paisagens. Onde não há água não há vida. Um ser humano saudável, composto em 71% de água pode viver até um mês sem comida, porém não resiste uma semana sem água. Nós vivemos pela graça da água.

Em muitas regiões do planeta, composto 71% em água, a falta ou escassez de água já é conflito entre povos que reclamam o direito sobre a posse de fontes de recursos hídricos.

A água é vista como um recurso estratégico no próximo milênio. A complexidade da gestão dos recursos hídricos ultrapassa as fronteiras político-administrativas das nações e ganha dimensões globais. A expectativa de que possa faltar água em determinadas regiões do planeta fará com que a água se torne a 'commodity' mais disputada no próximo século. A água valerá mais que o petróleo. O 'ouro negro' desse século será suplantado em importância pelo 'ouro transparente' do próximo milênio: a água.

O Brasil é um país privilegiado pelas reservas importantes de recursos hídricos que possui, detendo cerca de 11,6% de toda a água superficial do planeta. No entanto, 70% dessa água encontra-se na Bacia Amazônica e os restantes 30% encontram-se distribuídos irregularmente pelo resto do País, onde vive 93% da população brasileira.

Portanto, nesse contexto mundial de país privilegiado, o nosso maior problema não é a falta de água, mas sim um passado de gestão inadequada.

Essas reservas de recursos hídricos também poderão se esgotar ou se contaminar, tornando sua utilização imprópria se o desperdício e a gestão inadequada dos recursos hídricos continuarem. Esses recursos precisam ser bem gerenciados, conservados e seus efluentes tratados para que todos os brasileiros tenham acesso a esse bem e para que a contaminação dos mananciais diminua. É urgente sensibilizar a comunidade para o problema e induzi-la a uma ação efetiva para uma melhoria dos hábitos de consumo e disposição de água.

Não se pode negar os avanços significativos que o País tem alcançado em termos de gestão dos seus recursos hídricos desde a instituição da Lei Federal n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1977, que estabelece a política nacional de recursos hídricos. Ela define cinco instrumentos para a gestão dos recursos hídricos, dentre os quais destacam-se os planos de recursos hídricos que fundamentam e orientam a implementação dessa política e o gerenciamento deles.

Entretanto, não se deve olvidar que uma gestão sustentável de recursos hídricos deve ser feita com políticas interministeriais integradas que propiciem e incentivem um investimento maciço na área de saneamento urbano e tratamento de esgotos. Apenas cerca de 5% dos esgotos brasileiros recebem um tratamento adequado, segundo dados de organismos internacionais. Os esgotos tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas e de irrigação. Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, o uso de esgotos tratados contribui para a conservação dos recursos e acrescenta mais

uma dimensão econômica à sua gestão. **Em nível mundial, não se admite que uma política de gestão integrada de recursos hídricos não contemple a reutilização de água.** O País tem de conceber formas de promover o bem-estar humano sem aceitar que seu capital natural seja usado ou degradado como se pouco valesse.

É nesse contexto de escassez mundial de água, de possíveis conflitos internacionais por causa da falta desse bem vital e de louváveis progressos na gestão dos recursos hídricos que o Brasil passará a ter outro papel importante no contexto internacional. As águas do Brasil, além de serem um recurso político estratégico, poderão representar divisas para o País. Possuidor de mais de 8% de toda a água doce do planeta, poderá até, como pretende o Canadá, vender água para outras regiões e países, contanto que a qualidade de seus mananciais, especialmente os da Amazônia, seja preservada por meio de políticas ambientais integradas e eficazes que punam economicamente seus infratores.

É essencial que todos tenham acesso a água limpa, saudável e suficiente e cabe a nós, cidadãos, levar a cabo o desafio para assegurar água potável para o nosso planeta e para as futuras gerações

## **2. Estabelecimento da Necessidade**

A motivação deste trabalho advém de duas principais necessidades:

- Economia de água, e por consequência economia em dinheiro no valor da conta mensal;
- Evitar desperdícios, procurando novas soluções para o problema tentando trabalhar em conjunto com soluções já existentes, como por exemplo, torneiras inteligentes, chuveiros inovadores, vasos sanitários com caixa d'água acoplada, etc.

### **2.1 Necessidade Declarada vs. Necessidade Real**

- Necessidade Declarada: observando o problema pelo ponto de vista do consumidor, notamos que sua necessidade principal é diminuir o valor da conta mensal paga à companhia de fornecimento de água e tratamento de esgoto;
- Necessidade Real: analisando o problema por um segundo ponto de vista, podemos identificar que a necessidade real é evitar o desperdício, fato que é problema corrente nas grandes cidades hoje em dia. Acreditamos ser possível, em parte, diminuir a demanda através de uma nova mentalidade de projeto, visando prover as companhias distribuidoras de um novo instrumento no combate ao consumo crescente de água potável.

## **2.2 Necessidade Cultural**

É perceptível a necessidade de advir novas idéias no âmbito ecológico, para que possamos proteger o meio ambiente, promovendo uma menor poluição do mesmo.

## **2.3 Necessidades Percebidas**

Apenas realizando uma nova classificação do problema, podemos caracterizar como necessidade percebida por parte do:

- Comprador: diminuição do valor mensal da conta de água;
- Fornecedores: diminuir o consumo geral de água em áreas residenciais;

### **3. Síntese da Necessidade**

Uma necessidade que encontramos entre os habitantes das grandes cidades, diz respeito ao problema de economizar água. Reduzindo o consumo podemos diminuir o valor a ser pago às companhias distribuidoras. Pretendemos dessa forma, sugerir novas idéias para que sejam implementadas nos projeto de áreas residenciais que ainda virão a ser construídas. Essa proposta sugere uma nova mentalidade de projeto, que visa promover a economia de recurso hídricos e promover a redução na eliminação de esgotos. Sendo incorporada esperamos que num prazo de 25 anos metade das novas habitações a serem edificadas apresentem essa idéia em seus projetos.

Finalmente podemos definir como metas:

- Promover uma razoável economia de água ao consumidor;
- Economizar recurso hídricos e evitar o desperdício;
- Gerar menor impacto ambiental (gerar menos poluição);
- Oferecer ao consumidor um produto voltado à proteção do meio ambiente;
- Retornar, no máximo, em três anos, o investimento inicial por parte do comprador;
- Oferecer um sistema que dure pelo menos 15 anos;

## **4. Formulação do Projeto**

### **4.1 Características Técnicas**

Funcionais: Evitar o desperdício em atividades que despendem muita água e não necessitem de água de primeira categoria (esta é uma classificação que será utilizada nesse trabalho e se refere à água fornecida pela companhia de abastecimento), isto é, água potável, mas que possa se utilizar de água servida, ou seja água já utilizada mas que não contenha dejetos orgânicos excessivos, nem gordura proveniente de alimentos. Essa água servida poderá ser utilizada por exemplo em atividades como:

- Descargas em vasos sanitários;
- Lavagem de áreas externas em geral (quintal, carros, etc.);
- Irrigação de áreas ajardinadas;
- Reserva de proteção contra incêndios;
- Sistemas decorativos aquáticos, tais como, fontes e chafarizes, espelhos de água e quedas d'água

Operacionais:

- *Durabilidade*: A vida útil do sistema a ser projetado não deve ser inferior ao mínimo de 15 anos, visando sua utilização diária;
- *Confiabilidade*: Devemos prover métodos para que as áreas residenciais não fiquem sem água em hipótese alguma.

**Construtivas:**

- O sistema deve ser capaz de armazenar quantidade de água suficiente para que não se esvazie durante o dia e assim haja consumo de água de primeira, e também para que não rejeite água servida quando esta vier em excesso;
- Não devemos gerar gastos significativos com outras formas de energia, como por exemplo energia elétrica;
- O sistema não deve requisitar manutenção freqüente e de difícil realização.

**4.2 Técnicas de Formulação de Características**

**Entradas Desejáveis:**

- Água proveniente de locais, ou atividades, que não a contaminem demasiadamente como por exemplo:
- Água do banho;
- Água de lavabo dos banheiros da residência;
- Água da máquina de lavar roupas;
- Água do tanque.

**Saídas Desejáveis:**

Água em condições de uso para as seguintes atividades:

- Descargas em vasos sanitários;
- Lavagem externas em geral (quintal, carros, etc.);
- Irrigação de áreas ajardinadas;
- Reserva de proteção contra incêndios;

- Sistemas decorativos aquáticos, tais como, fontes e chafarizes, espelhos de água e quedas d'água

**Entradas Indesejáveis:**

Podemos considerar como entradas indesejáveis, a água servida que:

- contenha materiais estranhos como brincos, colheres, embalagens plásticas, etc.;
- esteja muito contaminada (folhagem, dejetos orgânicos, gorduras, etc.)

**Saídas Indesejadas :**

Por outro lado podemos verificar como saídas indesejadas :

- Espuma em excesso;
- Alta concentração de sabões e detergentes na água servida (não diluição destes no reservatório);
- Perdas de água no processo de armazenamento (reservatório cheio).

## **5. Síntese de Soluções**

Entre as soluções propostas, vamos relacionar abaixo as quatro que de antemão se apresentaram com maiores chances de se tornarem viáveis:

- Captação de águas pluviais em cisternas;
- Tratamento do esgoto doméstico com produtos químicos, para posterior reutilização;
- Reutilização de águas servidas;
- Acessórios inteligentes;

### ***A) Captação de águas pluviais em cisternas:***

Um sistema recolheria a água das chuvas diretamente do telhado e da parte pavimentada da residência armazenando em uma cisterna e posteriormente sendo bombeada para o reservatório de uso final.

### ***B) Tratamento do esgoto doméstico com produtos químicos, para posterior reutilização:***

A instalação de mini-tanques nos quais a água proveniente do esgoto doméstico seria tratada quimicamente e depois bombeada ao reservatório de uso final.

**C) Reutilização de águas servidas:**

Basicamente é o reaproveitamento de água utilizadas em certas atividades domésticas em outras atividades que não necessitem de uma água “nobre”.

**D) Acessórios inteligentes:**

Deverão ser utilizados elementos que possibilitem redução no consumo baseados no controle do fluxo, como por exemplo, torneiras e válvulas de descarga acompanhadas de sistemas fotoelétricos ou diafragmas.

## **5.1. Exeqüibilidade Física & Fatores**

### **Solução A:**

Para este projeto teremos que construir:

- Dutos de captação e transferência para a água pluvial captada;
- Cisterna de armazenamento (alvenaria);

Serão necessários:

- Sistema de bombeamento para o reservatório de água 2<sup>a</sup> ordem;
- Reservatório de água 2<sup>a</sup> ordem;
- Tubulações de água 2<sup>a</sup> ordem;
- Tratamento da água captada.

*Fatores Pró:* A água armazenada pode ser utilizada em muitas atividades domésticas.

*Fatores Contra:* Alto investimento, sujeito às condições climáticas inconstantes o que acarreta pouca economia frente ao investimento (Alta relação custo/benefício).

**Solução B:**

Para este segundo projeto será necessária a construção de tanques nos quais será realizado o tratamento químico da água.

*Fatores Pró:* A água comprada da companhia pode ser reutilizada numa grande porcentagem proporcionando grande economia (baixa relação custo/benefício).

*Fatores Contra:* O usuário deverá ter contato em alguma parte do processo com produtos químicos o que não é aconselhável. Construção de tanques de tratamento que ocuparão muito espaço na residência.

**Solução C:**

A captação em uma caixa de alvenaria subterrânea (idêntica àquelas caixas de esgoto existentes em residências) de águas já utilizadas provenientes de pontos estratégicos, escolhidos segundo um critério de:

- nível de contaminação e,
- gasto que este local promove quando comparado com relação ao gasto total da residência.

E talvez, a adição de elementos desinfetantes (promover uma maior assepsia da água) e aumentadores da dureza (evitar a formação de espumas), para um posterior bombeamento ao reservatório de águas servidas, para que, assim, possa ser utilizada em atividades que atendam os critérios de:

- não necessitar de uma água “plenamente” potável e,
- que geram altos gastos quando comparado com relação ao gasto total da residência.

**Fatores Pró:** Médio investimento por parte do consumidor, economia de água a níveis consideráveis e retorno do investimento a médio prazo.

**Fatores Contra:** Uso de diversos equipamentos, uso de uma tubulação secundária para o esgoto e para a água servida e necessidade de adaptações no projeto de alvenaria da edificação.

#### **Solução D:**

Esta quarta solução visa a instalação de acessórios inteligentes. Pretende-se, com sua instalação diminuir o consumo de água através de seu uso racional, evitando desperdícios. Os equipamentos disponíveis no mercado para este fim são:

- Válvula hidromecânica de fechamento automático,
- Bacia VDR (Volume de Descarga Reduzido) com caixa acoplada
- Válvula de descarga conforme norma NBR 12.904 e NBR 12.905 com registro integrado para regulagem de vazão/bloqueio de fluxo
- Torneira de acionamento restrito
- Registro de pressão de acionamento restrito
- Arejador de vazão constante
- Válvula pedalmatic
- Torneira hidromecânica de fechamento automático
- Torneira eletrônica

*Fatores Pró:* Baixo investimento por parte do consumidor, economia de água a níveis consideráveis e retorno do investimento a curto prazo.

*Fatores Contra:* Uso de equipamentos que necessitam de manutenção mais freqüente que os convencionais ,

Os acessórios limitadores de consumo podem, em primeira instância, incomodar os usuários acostumados a usufruir da água sem preocupação de economia., ou seja, pode gerar um conflito cultural.

## **6. Solução escolhida**

Verificando os parâmetros acima e considerando as necessidades previamente discutidas podemos então concluir que as soluções C e D (Reaproveitamento de Águas Servidas e Acessórios Inteligentes) são complementares e as mais convenientes. Em seguida, vamos realizar um estudo de sua viabilidade mais detalhadamente.

### **6.1. Componentes do Sistema**

Para o reaproveitamento da água serão necessários os seguintes componentes:

- *Caixa de alvenaria subterrânea (caixa de gordura)*

Armazenará a água a ser reutilizada, antes do tratamento. Nesta etapa será retirada a gordura da água para evitar obstruções dos coletores, evitar aderência nos componentes do sistema e evitar o acúmulo na unidade de tratamento que pode ocasionar seu mau funcionamento e odores desagradáveis.

- *Sistema de bombeamento*

Tem como finalidade recalcar a água coletada da caixa subterrânea para o reservatório secundário (superior). Será composto por: bomba centrífuga, motor elétrico, acoplamentos e válvulas.

- *Tubulação secundária*

Esta tubulação permitirá o fluxo de água servida, tanto para sua coleta quanto para sua distribuição. Assim, não há mistura de água servida e água pura ou esgotos.

- *Sistema de filtragem*

Os filtros têm como finalidade retirar partículas como objetos perdidos, areia e terra. O filtro a ser utilizado deverá ser de baixo custo e fácil manutenção sendo o mais indicado o de bronze sinterizado ou de carvão ativado com quartzo.

- *Sistema de reserva*

O sistema deverá dispor de um dispositivo que permita, no caso de uma eventual queda de geração de água servida ou aumento excessivo da demanda, transferir água do reservatório principal para o secundário. Isto poderá ser feito com registro de bóia devendo ser usada uma válvula de retenção para impedir o refluxo, que contaminaria à água pura.

## **7. Metodologia de Análise**

O grupo de desenvolvimento desse projeto propôs uma metodologia para definir em que locais deveria ser captada a água servida e em que locais ela poderia ser reutilizada. Essa metodologia levou em conta dois fatores principais:

- nível de contaminação e,
- gasto/consumo que este local promove quando comparado com relação ao gasto/consumo total da área residencial.

Através dessa primeira análise, obtivemos a seguinte tabela:

**TABELA 1 – DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA**

Local	Influência	% do consumo
Pia cozinha	6	10.7
Máq. Lavar Louça	5	8.9
Filtro (Beber)	1	1.8
Tanque	5	8.9
Máq. Lavar Roupa	6	10.7
Torneiras Externas	10	17.9
Torneira Lavabo	4	7.2
Chuveiro	10	17.9
Vaso Sanitário	9	16
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100</b>

Fonte: dados SABESP

Observação: O tópico **Influência** nos caracteriza o consumo por que cada elemento é responsável no consumo total da área residencial. Trata-se de um parâmetro comparativo entre esses próprios elementos podendo assumir um valor de 0 (zero) a 10 (dez).

Verificando os locais de maior consumo, e identificando se eles necessitam ou não de água “plenamente” potável, concluímos que o vaso sanitário e as torneiras externas, em uma primeira análise, são os locais mais apropriados para a utilização desse tipo de água. Desse modo perfazemos um total de 19 pontos na Influência que serão economizados (9 Vaso Sanitário + 10 Torneiras Externas).

Sendo o consumo total igual a 56 pontos, podemos concluir que esse procedimento economizará por volta de 34% no consumo mensal da área residencial.

Identificando agora, de onde iremos captar essa água, observamos que:

- Máquina de Lavar Roupas (6),
- Tanque (5),
- Torneira do Lavabo (4) e o
- Chuveiro (10),

São os locais ideais para fazer essa retirada pois atendem os requisitos acima descritos e perfazem um total de 25 pontos (45%) na Influência, sendo suficientes para suprir o consumo dos locais de economia.

Em uma segunda análise os acessórios inteligentes devem ser levados em consideração. Eles podem reduzir em até 50% o consumo de água residencial. No entanto, isto depende dos equipamentos instalados, o que só será definido na próxima fase do projeto.

## **8. Estudo Preliminar de Custos**

Para estudar os custos envolvidos no projeto tomaremos como base um edifício de 15 andares com 4 apartamentos por andar. Considerando 4 pessoas, em média, por apartamento, temos 240 pessoas. Segundo Macintyre (1982) encontramos que o consumo predial por pessoa por dia é de 300 litros ou  $0,3\text{ m}^3$  sendo assim o consumo diário do prédio será de  $72\text{ m}^3$ . Este valor será utilizado como primeira aproximação.

Podemos caracterizar como elementos principais do sistema:

- Sistema de Bombeamento;
- Sistema de Filtragem;
- Tubulação Secundária de Esgoto;
- Tubulação Secundária de Água Servida;
- Reservatório de Água Servida;
- Caixa (em alvenaria) para a captação da Água Servida.

Montando uma tabela com seus respectivos custos:

**TABELA 2: CUSTO INICIAL DO SISTEMA**

Elemento do Sistema	Custo (R\$)
Sistema de Bombeamento	3.000,00
Sistema de Filtragem	2.500,00
Tubulação Secundária de Esgoto	1.250,00
Tubulação Secundária de Água Servida	1.250,00
Reservatório de Água Servida	5.000,00
Caixa Alvenaria	6.000,00
Outros	1.500,00
<b>Total</b>	<b>20.500,00</b>

Fonte: Uemura Home Center, Profissionais da área

Nota: Taxa de câmbio em Dez 2000: U\$ 1,00 = R\$ 1,95

**TABELA 3:MANUTENÇÃO DO SISTEMA**

Elemento do Sistema	Custo (R\$)
Produtos Químicos	200,00
Energia Elétrica	150,00
Manutenção técnica	200,00
<b>Total</b>	<b>550,00</b>

Fonte: Sabesp, Eletropaulo, Profissionais da área

Aplicando a taxa de economia encontrada ao consumo de água do prédio e sabendo que o custo da água é de R\$ 2,36 por m<sup>3</sup> nesta faixa de consumo chegamos a um retorno financeiro de R\$ 1.800,00 por mês. Descontando a manutenção o ganho real fica em R\$ 1.250,00. Esta economia permitirá que o investimento inicial tenha retorno em aproximadamente 18 meses. Vale lembrar que estes custos são preliminares e só podem ser precisados quando o sistema estiver propriamente dimensionado. Além disso, não foi considerada a economia proporcionada pelos acessórios inteligentes o que tornará o sistema ainda mais vantajoso, uma vez que seu custo não é significativamente mais alto que os equipamentos tradicionais quando comprados em larga escala.

Sendo assim, podemos concluir que a solução “Reaproveitamento de Águas Servidas e Utilização de Acessórios Inteligentes”, é **plenamente viável**, pois atende às necessidades e critérios acima definidos. Podemos agora avançar uma etapa e iniciar a fase de Projeto Básico.

# **Projeto Básico**

## **9. Considerações Iniciais**

Pretendemos com este trabalho, realizar o anteprojeto para uma Estação Doméstica de Aproveitamento de Água Servida a ser instalado em um edifício de quinze andares.

Este projeto básico está baseado em definições já concluídas e apresentadas anteriormente através da percepção da necessidade e do estudo da viabilidade.

Ao final deste estudo esperamos estabelecer uma concepção geral para o produto obedecendo a requisitos como por exemplo às características técnicas funcionais, operacionais e construtivas definidas na etapa de “Estudo da Viabilidade”.

## **10. Descrição Detalhada do Sistema**

Vamos aqui iniciar o estudo através do detalhamento do sistema, dividindo-o em subsistemas, e os subsistemas em componentes. Esse procedimento é importante pois nos fornece uma visão global do sistema e como suas subdivisões se comportam para formar o todo.

### **1. Tubulação de Entrada de Água Servida**

É composta por tubos brancos (esgoto) nos diâmetros a serem dimensionados, além dos diversos acessórios comuns ao projeto de tubulações como cotovelos, juntas T, luvas, etc.;

### **2. Caixa de Captação de Água Servida**

Trata-se de uma caixa em alvenaria idênticas àquelas caixas de concretos comuns em edificações residenciais que tem como finalidade captar o esgoto doméstico da residência e canalizá-lo para a rua. No nosso caso, a caixa terá como função captar a água servida para posterior bombeamento a um reservatório. Para sua construção serão utilizados tijolos, cimento, cal, areia e pedra.

### **3. Sistema de Bombeamento**

Tem como função deslocar a água servida captada na caixa, para o reservatório de 2<sup>a</sup> ordem. Seus elementos são a bomba propriamente dita, e as tubulações e conexões adjacentes.

#### **4. Sistema de Filtragem**

Este sistema está destinado a remover matéria em suspensão e coloidal contida na água; é portanto indispensável ao projeto pois atuará purificando a água a ser reutilizada. Seus componentes são o filtro comercial, tubulações e acessórios próprios.

#### **5. Tubulação de 2<sup>a</sup> ordem**

Sua função é canalizar água já bombeada e filtrada para o reservatório de 2<sup>a</sup> ordem. É composto por tubos para canalização de água fria (marrom), bem como acessórios comuns: cotovelos, juntas-T, luvas, etc.

#### **6. Reservatório de 2<sup>a</sup> ordem**

Armazenará a água servida para que seja reutilizada nas atividades definidas pelo estudo da viabilidade:

- Vaso Sanitário;
- Torneiras Externas;

É composto pela caixa d'água, torneira bóia e tubulação própria.

#### **7. Tubulação de Saída de Água Servida**

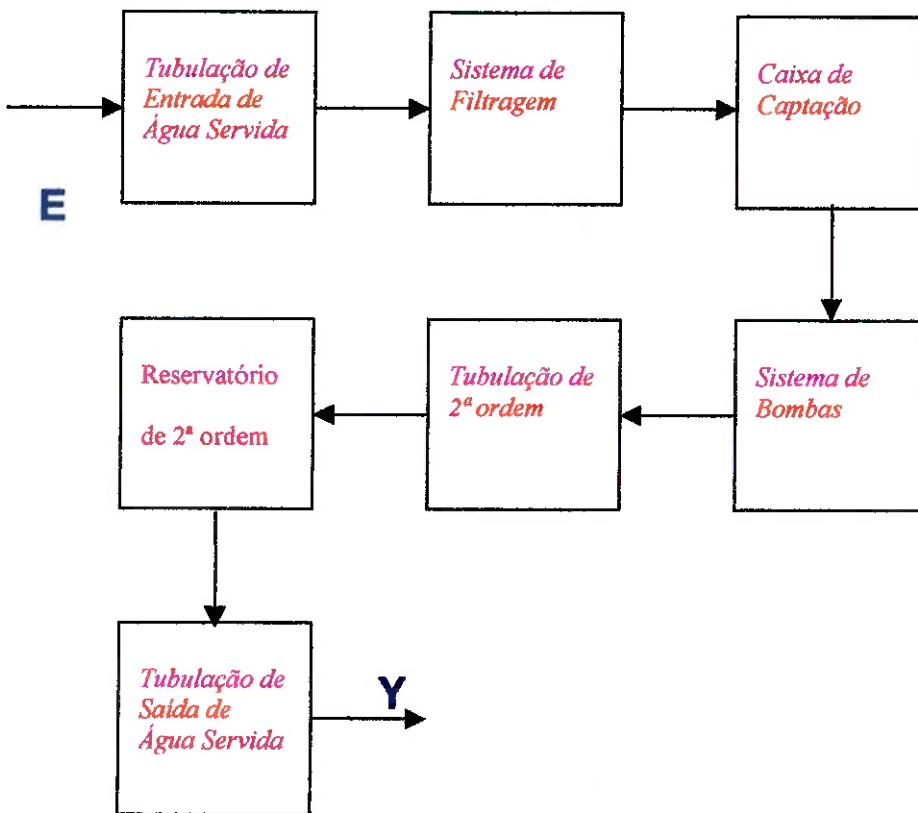
Este sistema apenas canalizará a água já armazenada para a sua utilização nos locais acima indicados. É constituído por tubulação para água fria (marrom) nos diâmetros a serem dimensionados, cotovelos, T's, torneiras, etc.

## 11. Modelos

Modelos são representações idealizadas de uma situação real, criados com a finalidade de auxiliar na análise e/ou previsão de um determinado fenômeno ou processo.

Para o nosso projeto vamos utilizar dois tipos de modelos como ferramenta para determinar os parâmetros necessários à definição deste problema.

### 11.1 Modelo Icônico



Através do modelo icônico já podemos perceber a relação entre os diversos subsistemas, como as entradas e saídas dos sistemas estão dispostas uma como relação às outras, bem como verificar que a entrada do sistema E, é a vazão de água servida disponível na residência e a saída Y é vazão de água servida requisitada pelo usuário.

## **11.2 Modelo Simbólico**

Vamos começar aqui o estudo mais detalhado de cada subsistema, definindo parâmetros, dimensões, etc., conforme seja necessário. No momento que for preciso lançaremos mão de equações para predizer fenômenos, ou utilizaremos o conhecimento acadêmico, ou mesmo da experiência sobre situações reais vividas pelos autores deste trabalho.

## **12. Sistema de Esgotos Sanitários**

As instalações prediais de esgotos sanitários devem ser projetadas e construídas de modo a permitir rápido escoamento dos despejos e fáceis desobstruções; vedar a passagem de gases e animais das canalizações para o interior dos prédios; não permitir vazamentos, escapamentos de gases ou formação de depósitos no interior das canalizações; e impedir a contaminação da água potável.

O seu dimensionamento é baseado em tabelas que relacionam os diâmetros do trecho considerado (ramaís, colunas, etc.) e a Unidade Hunter de Contribuição (UHC) correspondente. Esta, por sua vez, é um fator probabilístico numérico que representa a freqüência habitual de utilização associada à vazão típica de cada uma das diferentes peças de um conjunto de aparelhos heterogêneos em funcionamento simultâneo em hora de contribuição máxima no hidrograma diário. Assim, como para o sistema de água fria, utilizar-se-á uma tubulação de PVC para o sistema de esgotos sanitários

Deste modo, o dimensionamento para cada apartamento (igual para os demais) fica assim determinado:

## 12.1. Ramais de Descarga

É a canalização que recebe diretamente efluentes de um aparelho sanitário. O dimensionamento dos ramais é feito em função das Unidades Hunter de Contribuição correspondentes a cada aparelho, como segue:

**TABELA 4: DIMENSIONAMENTO DO RAMAL DE DESCARGA**

Aparelho Sanitário	Número de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga - DN
Chuveiro de residência	2	40
pia de cozinha residencial	3	40
tanque de lavar roupas	3	40
Máquina de lavar roupas	10	75
Lavatório de residência	1	40

Nota: As tabelas contidas neste trabalho, salvo menção contrária, foram retiradas da apostila do curso PCC-465 Sistemas Prediais I

## 12.2 Ramais de esgoto

É a canalização que recebe efluentes de ramais de descarga, diretamente ou através de um desconector.

Desta forma, o diâmetro da caixa sifonada até o encontro com o ramal de descarga do lavatório e do chuveiro é dado por:

**TABELA 5: DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE ESGOTO**

Diâmetro Nominal do Tubo DN	Número Máximo de Unidades
	Hunter de Contribuição
30	1
40	3
50	6
75	20
100	160

$$\Sigma \text{UHC} = 3 \rightarrow \text{De} = 40 \text{ mm} \rightarrow \text{DREF} : 1 \frac{5}{8}''.$$

E para o tanque podemos utilizar o mesmo diâmetro já que  $\Sigma \text{UHC} = 3$ , o que corresponde a DREF : 1 5/8".

De acordo com recomendações da literatura específica, a declividade mínima é de 2%, pois trata-se de diâmetro nominal de 40 mm.

### 12.3 Tubos de queda

É a canalização vertical que recebe efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga. O dimensionamento do tubo de queda é função da soma das Unidades Hunter de Contribuição dos quinze andares do edifício:

**TABELA 6: DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA**

Diâmetro Nominal do Tubo DN	Número Máximo de Unidades Hunter de Contribuição
30	2
40	8
50	24
75	70
100	500

Nota: tabela modificada

$$\Sigma \text{UHC} / \text{banheiro social de cada apartamento} = 2 + 1 = 3$$

$$\Sigma \text{UHC} \text{ tq} = 3.15 = 45 \rightarrow \text{Dtq} = 75 \text{ mm} \rightarrow \text{DREF} : 3"$$

$$\Sigma \text{UHC} / \text{banheiro de empregada, cozinha e área de serviço de cada apartamento} = 2 + 1 + 3 = 6$$

$$\Sigma \text{UHC} \text{ tq} = 6.15 = 90 \rightarrow \text{Dtq} = 100 \text{ mm} \rightarrow \text{DREF} : 4"$$

Existem, portanto oito tubos de queda, de dois tipos diferentes. Um tipo atende a um banheiro social. O outro tipo atende ao banheiro de empregada e à área de serviço. Desta forma, cada apartamento é servido por dois tubos de queda além dos tubos de queda referente à parte não utilizável da água.

## 12.4 Subcoletor

É a canalização que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda e/ou ramais de esgoto. O dimensionamento do subcoletor é função do aparelho de maior Unidade Hunter de Contribuição, como segue:

**TABELA 7: DIMENSIONAMENTO DE COLETORES PREDIAIS E SUBCOLETORES**

Diâmetro nominal do tubo - DN	Número Máximo de UHC	
	Declividades Mínimas	
	1%	2%
100	180	216
150	700	840
200	1600	1920
250	2900	3500
300	4600	5600

Nota: tabela modificada

- Para o banheiro:

O aparelho de maior UHC é o chuveiro (UHC = 2)

$\Sigma \text{UHC} = 2.15 = 30 \rightarrow \text{Dcs} = 100 \text{ mm} \rightarrow \text{DREF} : 2"$  (declividade de 1%).

- Para a área de serviço

$\Sigma \text{UHC} = 3.15 = 45 \rightarrow \text{Dcs} = 100 \text{ mm} \rightarrow \text{DREF} : 2"$  (declividade de 1%).

## 12.5 Ramal de ventilação

É o tubo ventilador interligando o desconector ou ramal de descarga ou de esgoto de um ou mais aparelhos sanitários a uma coluna de ventilação ou a um ventilador primário.

Ramal que atende a um banheiro social:

Considerando sem a bacia sanitária, tem-se:

$$\Sigma \text{UHC} = 3 \rightarrow \text{Drv} = 40 \text{ mm} \rightarrow \text{DREF} : 1 \frac{5}{8}''$$

Ramal que atende a dois banheiros de empregada, e a duas áreas de serviço.

Considerando as bacias sanitárias dos banheiros temos:

$$\Sigma \text{UHC} = 12 \rightarrow \text{Drv} = 40 \text{ mm} \rightarrow \text{DREF: } 1 \frac{5}{8}''.$$

**TABELA 8: DIMENSIONAMENTO DE RAMAIS DE VENTILAÇÃO**

Grupo de aparelhos s/ vaso sanitário		Grupo de aparelhos c/ vaso sanitário	
Número de UHC	Diâmetro Nominal do Ramal de Ventilação - DN	Número de UHC	Diâmetro nominal do ramal de Ventilação - DN
Até 2	30	Até 17	50
3 a 12	40	18 a 60	75
13 a 18	50	-	-
19 a 36	75	-	-

### Coluna de ventilação

É a canalização vertical destinada à ventilação dos desconectores situados em pavimentos superpostos. Desenvolve-se através de um ou mais andares, e sua extremidade superior é aberta à atmosfera, ou ligada ao tubo ventilador primário ou ao barrilete de ventilação. Seu dimensionamento é função da soma das Unidades Hunter de Contribuição, do diâmetro do tubo de queda e do comprimento da tubulação: (dados da Tabela 7 apostila PCC 465)

Colunas que atendem os banheiros sociais:

$$\Sigma \text{UHC} = 45 ; \text{Dtq} = 100 \text{ mm e } L = 2,7 \cdot 15 = 40,5 \rightarrow \text{Dcv} = 75 \text{ mm} \rightarrow$$

DREF : 2  $\frac{1}{2}$ " .

Colunas que atendem dois banheiros de empregada e duas áreas de serviço:

$$\Sigma \text{UHC} = 180 ; \text{Dtq} = 100 \text{ mm e } L = 2,7 \cdot 15 = 40,5 \rightarrow \text{Dcv} = 75 \text{ mm} \rightarrow$$

DREF : 2  $\frac{1}{2}$ "

### **12.6. Desconectores**

Os desconectores são dispositivos hidráulicos ligados a uma canalização primária, cuja finalidade é vedar a passagem de gases das canalizações de esgotos para o interior do recinto. Comumente, são empregados três tipos de desconectores:

- *sifões*: de chumbo ou PVC, com um bujão na parte inferior para limpeza ou desobstrução.  $D_{mín} = 75\text{ mm}$ ; fecho hídrico = 50 mm (mínimo).
- *Ralos sifonados*: fecho hídrico mínimo = 50 mm;  $D_{saída} = 75\text{mm}$  (mínimo); Diâmetro em função das UHC.
- *Caixas sifonadas grandes*: podem ser de concreto ou alvenaria, circulares ou retangulares, com tampa em ferro fundido. Fecho hídrico mínimo = 200 mm;  $D_{interno} = 40\text{ cm}$  (mínimo);  $D$  tubo saída = 75 mm (mínimo)

Foram utilizados, no projeto em questão, um ralo sifonado por banheiro e sifão em pias.

## 13. Sistema de Água Fria

### 13.1 Estimativa do Consumo Diário de Água

O consumo diário de água pode variar de acordo com o tipo de edificação e com a população atendida, sendo estimado para o edifício residencial em estudo, cuja planta do pavimento tipo encontra-se em anexo, pela seguinte fórmula:

$$C_D = C * P + C_{garagem} * N_{autos}, \quad (1)$$

na qual:

$C_D$  é o consumo diário total (l/dia)

$C$  o consumo diário per-capita (l/dia)

$P$  a população do edifício (pessoas)

$N_{autos}$  o número de automóveis e

$C_{garagem}$  o consumo (l/dia) dos automóveis

Os consumos diários per-capita  $C$  e  $C_{garagem}$  podem ser determinados pela tabela abaixo:

**TABELA 9: ESTIMATIVA DE CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS**

<b>EDIFÍCIO</b>	<b>CONSUMO (l/dia)</b>
Alojamento provisório	80 per-capita
<b>Apartamento</b>	<b>200 per-capita</b>
Asilo/orfanato	150 per-capita
Cinema/teatro	2/lugar
Edifício público/comercial/de	50 per-capita
Escola – externato	50 per-capita
Escola – internato	150 per-capita
Escola – semi-internato	100 per-capita
<b>Garagem</b>	<b>50/automóvel</b>
Hospital	250/leito
Hotel (s/ cozinha e lavanderia)	120/hóspede
Jardim	1.5/m <sup>2</sup> de área
Lavanderia	30/kg de roupa
Mercado	5/m <sup>2</sup> de área
Quartel	150 per-capita
Residência popular ou rural	120 per-capita
Residência	150 per-capita
Restaurante/similares	25/refeição

A população P do edifício pode ser estimada pela fórmula:

$$P_{apto} = 2 \cdot N_{DS} + N_{DE} \quad , \text{ na qual:} \quad (2)$$

$N_{DS}$  é o número de dormitórios sociais (por apartamento);

$N_{DE}$  é o número de dormitórios de serviço (por apartamento).

Como o edifício em estudo possui dois dormitórios sociais por apartamento, quatro apartamentos por andar e doze andares, temos:

$$P_{apto} = 2.2 = 4 \text{ pessoas / apartamento}$$

$$P_{tot} = 4.4.15 = 240 \text{ pessoas}$$

Assim, considerando uma vaga na garagem por apartamento, tem-se:

$$C_D = 200.240 + 50.4.15 = 51000 \text{ l/dia} = 51.0 \text{ m}^3/\text{dia}.$$

De acordo com os dados estabelecidos nas tabelas da Sabesp, os locais para onde utilizaremos a água servida responde por um total de 34% do consumo total. Sendo assim, temos que a necessidade de água para os pontos anteriormente indicados correspondem a:

$$C_D = 51.34\% = 17,24 \text{ m}^3/\text{dia}.$$

Então utilizaremos como dado e projeto

$$C_D = 20 \text{ m}^3/\text{dia}.$$

## 13.2 Dimensionamento do Sistema de Alimentação

### 13.2.1 Ramal Predial

De acordo com o consumo diário necessário ( $C_d$ ) obtido no anterior, temos:

**TABELA 10: DIMENSIONAMENTO DO RAMAL PREDIAL E MEDAÇÃO**

Consumo Provável (m <sup>3</sup> /dia) Até	Ligação		Hidrômetro			Cavalete		Abrigo	
	φ <sub>ext</sub> (mm)	Material	Consumo Provável (m <sup>3</sup> /dia) até	Vazão Característica (m <sup>3</sup> /h)	φ (mm)	Materia 1	Dimensões Internas (m)		
16	20	PEAD	5	3	19	F°G°	0.85x0.65x0.30		
			8	5	19				
			11	7	25				
			16	10	25				
30	20	PEAD	30	20		F°G°	0.85x0.65x0.30		
50	32	PEAD	50	30					
100	32	PEAD	300		50	F°G°	2.00x0.90x0.40		
			F°F°						
300	50	F°F°	300		50	F°G°	2.00x0.90x0.40		
1100	75	F°F°	1100		75				
1800	100	F°F°	1800		100	F°F°	3.00x1.25x0.80		
4000	130	F°F°	4000		150				
6500	200	F°F°	6500		200	F°F°	3.20x1.50x0.80		

Fonte SABESP

### 13.2.2 Alimentador Predial

A vazão a ser considerada para o alimentador predial é obtida a partir do consumo diário:

$$Q_{AP} = C_D / (24h.60min.60s) \quad (3)$$

$$Q_{AP} = 0,25 \text{ l/s} = 2,50 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Por sua vez, o diâmetro do alimentador predial é dado por:

$$D_{AP} \geq \sqrt{\frac{4 Q_{AP}}{\pi V_{AP}}} \quad , \text{ na qual:} \quad (4)$$

$V_{AP}$  é a velocidade no alimentador, que pode variar entre 0.6 à 1.0 m/s (considerou-se 0.6m/s)

Temos, então:

$$D_{AP} = 0.025\text{m} = 25 \text{ mm.}$$

Com o valor acima obtido, pode-se determinar o diâmetro da tubulação que efetivamente será utilizado consultando-se a tabela abaixo:

TABELA 11: DIMENSIONAMENTO DE ALIMENTADOR PREDIAL

Velocidade (m/s)	Diâmetro Nominal (mm)									
	20	25	32	40	50	60	75	100	125	150
Consumo diário (m <sup>3</sup> )										
0.6	16.3	25.4	41.7	65.1	101.	146.	229.	407.	636.2	916.1
					8	6	0	2		
1.0	27.1	42.4	69.5	108.6	169.	244.	381.	678.	1060.	1526.
					6	3	7	5	2	8

Portanto, adotaremos tubulação de PVC de diâmetro nominal interno de 40 mm.

### 13.3. Dimensionamento do Sistema de Reservação

Utilizou-se neste projeto o sistema indireto com reservatórios inferior e superior por se tratar de uma edificação com mais de 3 pavimentos, de acordo com o Código Sanitário de São Paulo, Decreto nº 12342 de 27/03/78, artigo 28 item 1.

Tal sistema é composto por alimentador predial com válvula de bóia, reservatório inferior, instalação de recalque, reservatório superior e a rede de distribuição. Os reservatórios têm como função principal receber a água do sistema de abastecimento e garantir condições que possibilitem o eficiente

funcionamento da rede predial, reservando um volume de água capaz de suprir o consumo nos períodos mais críticos.

O funcionamento desse sistema se procede da seguinte maneira:

- ✓ quando o reservatório superior atinge seu nível mínimo, uma chave elétrica de nível aciona as bombas da estação elevatória que, estando acima do seu nível mínimo, recalca água do reservatório inferior para o superior até que seu nível máximo seja novamente atingido desligando assim as bombas,
- ✓ paralelamente ao acionamento das bombas, a bôia do alimentador predial abre-se, permitindo a alimentação do reservatório inferior pela rede de abastecimento,
- ✓ caso o reservatório inferior esteja no seu nível mínimo, uma chave elétrica de nível a ele acoplada impede o funcionamento das bombas, evitando-se possíveis danos aos equipamentos.

A rede de distribuição do edifício é, portanto, alimentada por um reservatório elevado sendo este alimentado pelo reservatório inferior através de bombeamento.

Os volumes dos reservatórios são determinados de acordo com o consumo diário e das necessidades de água para os demais sistemas como o sistema de combate a incêndios e o sistema de ar condicionado. Costuma-se também reservar 60% do consumo diário no reservatório inferior e 40 % no reservatório superior. Assim, pode-se calcular os volumes de reservação de cada reservatório da seguinte forma:

$$V_{RI} = 0.6 C_D + N_D \times C_D + V_{CIS} + V_{AC} \quad \text{e} \quad (5)$$

$$V_{RS} = 0.4 C_D + V_{CIH} + V_{AC} \quad \text{onde} \quad (6)$$

$V_{RI}$  é o volume do reservatório inferior

$V_{RS}$  é o volume do reservatório superior

$V_{CIS}$  é o volume para combate a incêndio com sprinklers

$V_{AC}$  é o volume para o sistema de ar condicionado

$V_{CIH}$  é o volume para combate de incêndio com hidrantes

$N_d$  é o número de dias que ocorre falta d'água

Desprezando-se os volumes correspondentes às parcelas do ar condicionado e de combate a incêndio com chuveiros automáticos devido a não existência desses sistemas na edificação e levando-se em conta uma eventual falta d'água de 2 dias, pôde-se calcular o volume de cada reservatório, considerando-se um volume de  $10 \text{ m}^3$  para o combate a incêndio com hidrantes. Assim, temos:

$$V_{RI} = 52 \text{ m}^3$$

e

$$V_{RS} = 18 \text{ m}^3$$

A partir do volume do reservatório inferior, pode-se determinar as dimensões características indicadas na figura abaixo tanto para o alimentador predial quanto para extravasor consultando-se a tabela que segue.

TABELA 12: RESERVATÓRIO INFERIOR – DIMENSÕES CARACTERÍSTICAS

Consumo Diário até (m <sup>3</sup> /dia)	Diâmetro extravasor e limpeza (mm)	Dimensões do corte esquemático (mm)					
		PVC			Galvanizado		
		A.P.	Extravasor	A.P.	Extravasor	b	c
9.2	20	20	60	25	21	63	27
16.3	25	25	75	32	27	81	34
25.4	32	32	96	40	34	102	42
41.7	40	40	120	50	42	123	48
65.1	50	50	150	60	48	144	60
101.8	60	60	180	75	60	180	76
146.6	75	75	225	85	76	228	88
229.0	100	85	255	110	88	264	114
407.2	125	110	330	140	114	342	140
636.2	150	140	420	160	140	420	163
916.1	200	160	480	215	165	495	218

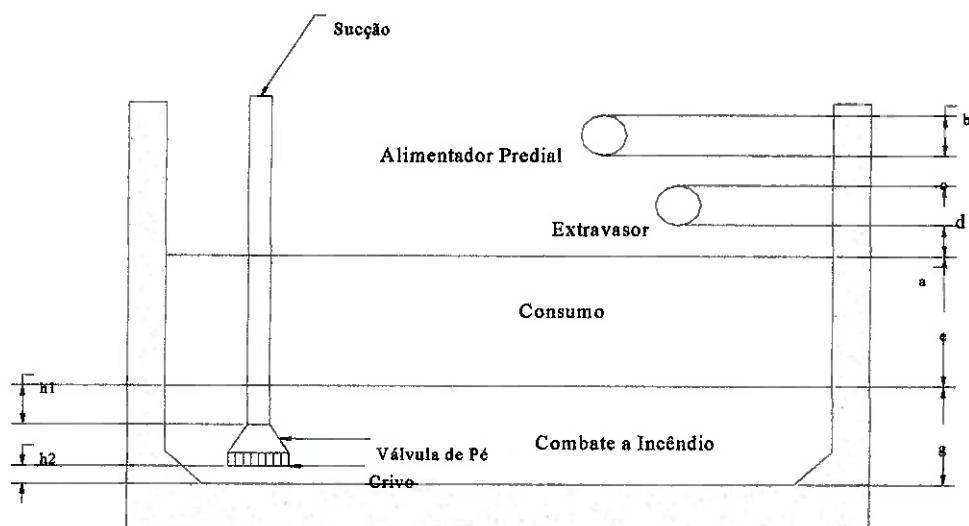


FIGURA 1: CORTE ESQUEMÁTICO – RESERVATÓRIO INFERIOR

Portanto, para o volume do reservatório inferior calculado, podemos adotar tubulações de PVC para o alimentador predial e para o extravasor de diâmetros nominais de 32 mm e valores de **b**, **c** e **d** de 32 mm, 96 mm e 40 mm respectivamente.

### 13.4 Dimensionamento do Sistema de Recalque

#### 13.4.1. Tubulação de Recalque e Succão

O diâmetro da tubulação de recalque pode ser dado pela fórmula de Forchheimer :

$$D_{rec} = 1,3 \sqrt{Q_{rec}} \sqrt[4]{X} \quad , \text{ na qual:} \quad (7)$$

$$Q_{REC} = C_D / N_f \quad (8)$$

$$Q_{REC} = 20/6 = 3,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

(Nf é o número de horas de funcionamento da bomba em 24 hs);

$$X = N_f / 24 \quad (9)$$

$$X = 6/24 = 0,25$$

Temos, então:

$$D_{REC} = 0,04 * 0,707 = 28,7 \text{ mm} \rightarrow D_{REC} = 30 \text{ mm}$$

Assim, adotaremos tubulação de PVC com diâmetro nominal de 30 mm.

A tubulação de sucção deve ter um diâmetro comercial maior que a tubulação de recalque, sendo portanto de 25 mm de diâmetro nominal.

Definidas as tubulações de recalque e sucção, pode-se obter o dimensionamento dos reservatórios superior e inferior.

### 1.) Reservatório Inferior

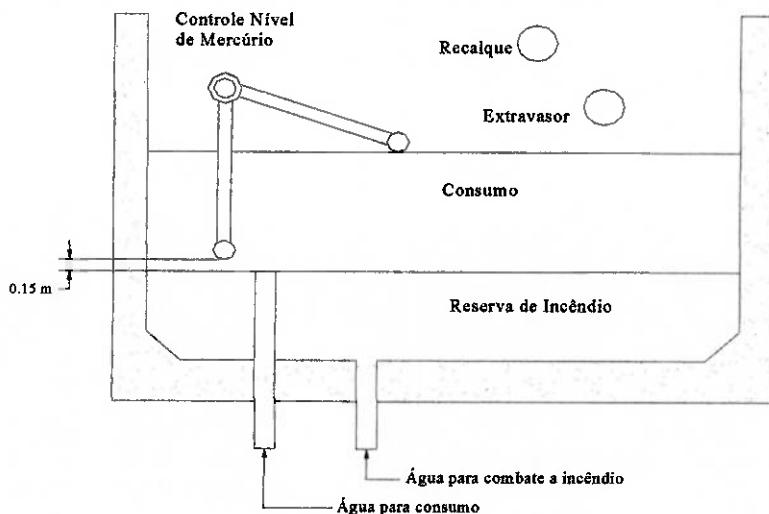
O reservatório inferior deve respeitar as medidas indicadas na figura apresentada no item anterior. Deve-se, ainda, calcular os valores de  $h_1$  e  $h_2$  que, respectivamente, verificam a entrada de ar e o arraste de material no fundo:

$$h_1 \geq \{ v^2 / 2g + 0,20 \text{ ou } 2,5 D + 0,10 \} = \{ 0,272 \text{ ou } 0,15 \} \rightarrow h_1 = 0,272 \text{ m.}$$

$$h_2 \geq \{ 0,5 D \text{ ou } 0,30 \} = \{ 0,01 \text{ ou } 0,30 \} \rightarrow h_2 = 0,30 \text{ m.}$$

Considerando uma espessura de parede igual a 0,15 m, o reservatório inferior deve ter as seguintes dimensões: 4 m x 4 m x 3,5 m.

## 2.) Reservatório Superior



**FIGURA 2: CORTE ESQUEMÁTICO – RESERVATÓRIO SUPERIOR**

Considerando uma espessura de parede igual a 0,15 m, o reservatório superior deverá ter as seguintes dimensões: 3 m x 3 m x 2m.

A altura de chegada da água do recalque no RS, a partir da base deste, fica então determinada:

$$\begin{aligned}
 H = & 0,15 \text{ (esp. reserv.)} + 0,5 \text{ (incêndio)} + 1,53 \text{ (consumo)} + 0,05 + 0,06 \\
 & (\text{tubulações}) + 0,15 \text{ (distância entre tubulações)} = 2,44 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### 13.4.2 Escolha do conjunto Motor-bomba e Filtro

A escolha do conjunto motor-bomba é feita à partir da vazão de recalque calculada anteriormente e da altura manométrica total da instalação. A altura manométrica é dada pela soma das parcelas relativas ao recalque e à sucção:

$$H_{man} = H_{rec} + H_{suc}$$

A altura manométrica de recalque é composta pela parcela relativa ao desnível geométrico entre o nível da bomba e o ponto mais alto a ser atingido além da parcela relativa à perda de carga de recalque. A altura geométrica é dada em função dos valores de pé-direito do pavimento tipo, do térreo e das garagens. Assim, considerando-se 2.70 m de pé-direito para o pavimento tipo, 3.15 m de pé-direito para o térreo, 3.10 m de pé-direito para cada uma das duas garagens e um desnível de 2.5 m entre o reservatório superior e o 15º pavimento, temos um desnível geométrico de 46.68 m. A perda de carga de recalque pode ser calculada pela fórmula de Flaman (para diâmetros de até 150 mm):

$$J = b \frac{V^{1.75}}{D^{1.25}} \quad (10)$$

Aplicando-se a fórmula para tubos de PVC ( $b = 0,000135$ ), chega-se a:

$$J = 0.0023 \text{ m/m}$$

$$\text{Temos, então, } H_{\text{rec}} = 54,79 + 0,0023 * 54 = 55 \text{ m}$$

O valor de  $H_{\text{suc}}$  é dado pela soma do desnível geométrico entre a cota da bomba e a tomada de sucção e da perda de carga do recalque (que é negativa caso a bomba esteja afogada). Assim, temos:

$$H_{\text{suc}} = H - \Delta H \quad (11)$$

$$H_{\text{suc}} = 0,1 - 0,0023 * 0,5 = 0,0998 \text{ m}$$

Portanto, temos:

$$H_{\text{man}} = 54,79 + 0,0998 = 54,89 \text{ m}$$

A partir da altura manométrica obtida, pode-se escolher o conjunto motor-bomba através da análise das curvas características de diversos sistemas disponíveis e da curva da bomba, determinando-se seu ponto de funcionamento que deve estar próximo ao seu rendimento máximo. Com os valores da altura manométrica, rendimento da bomba e vazão a ser recalcada pode-se calcular a potência requerida pela bomba, podendo-se dimensionar o ponto de energia elétrica requerido pelo sistema, lembrando que serão utilizadas dois conjuntos motor-bomba, sendo um de reserva. Outro ponto

importante a ser verificado é a altura manométrica de sucção que deve ser adequada para que se evite cavitação.

#### ■ Bomba

Para o ponto de operação em que  $Q = 3,5 \text{ m}^3/\text{h}$  e  $H = 55 \text{ m}$ , utilizaremos a bomba marca KSB, modelo MEGANORM 30-200 de 3500 rpm, com diâmetro de recalque de 30mm e diâmetro do rotor de 200mm

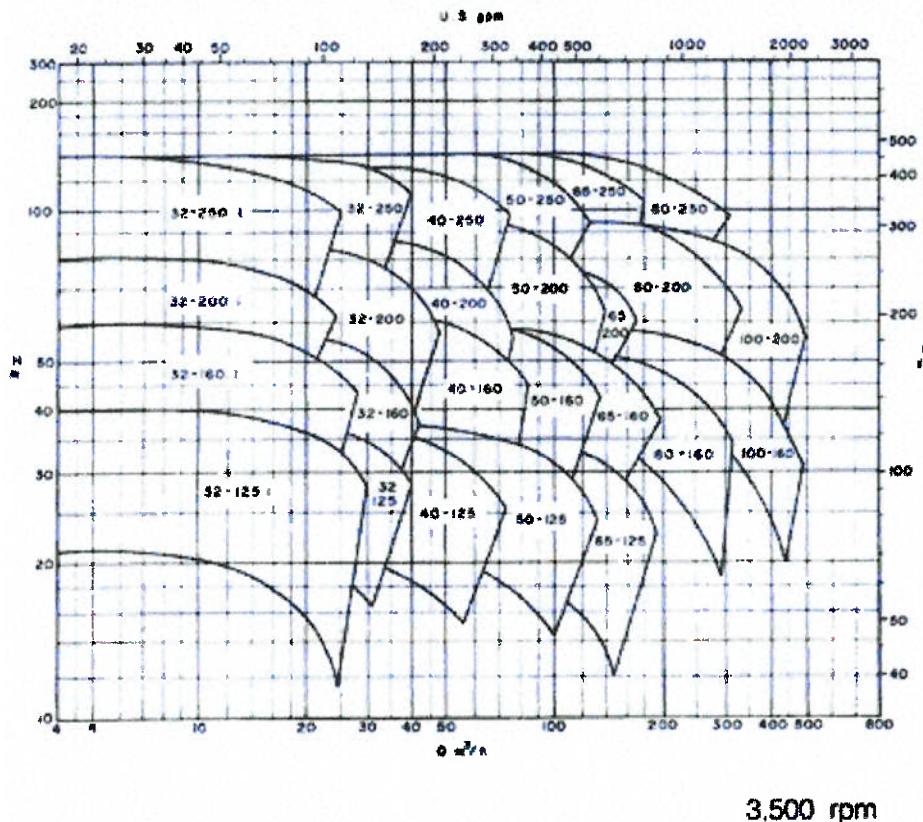


FIGURA 3 – CAMPO DE APLICAÇÃO (KSB – MEGANORM)



FIGURA 4 – BOMBA KSB MEGANORN

#### ■ Motor

Para a seleção do motor elétrico faz-se necessário o cálculo da potência requerida para o acionamento da bomba pela seguinte fórmula:

$$P = \frac{1000 \cdot Q_{rec} \cdot H_{man}}{75 \cdot \eta} \quad (13)$$

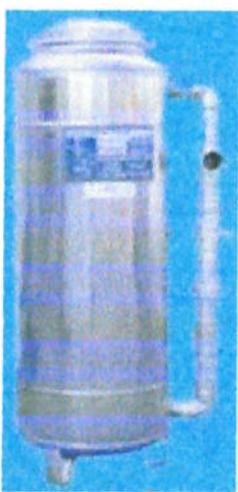
Assim:  $P_{motor} = 6 \text{ CV}$

Motor Escolhido: WEG, trifásico, 2 pólos (3500 rpm), 60Hz, proteção IP55, isolamento Classe 'B'. Base em chapa de aço dobrada.

Outros acessórios do conjunto: acoplamento marca Vulkan. Vedaçāo em gaxeta de amianto grafitado.

**FIGURA 5: MOTOR ELÉTRICO WEG****■ Filtro**

O filtro central escolhido, da marca GOLD, possui cinco camadas de quartzo cristalino de diferente granulação, que retém impurezas da água. A purificação da água é garantida pela adição de uma camada de carvão vegetal ativado. O parâmetro para a seleção é apenas a vazão.

**FIGURA 6: FILTRO GOLD**

### 13.5 Dimensionamento do Sistema de Distribuição

O sistema de distribuição é composto pelos elementos situados entre o reservatório superior e os pontos de consumo. Seu dimensionamento é feito considerando-se escoamento permanente em conduto forçado balanceando-se os diâmetros das tubulações, as pressões necessárias nos pontos de consumo e a vazão de projeto em função da carga manométrica disponível.

O dimensionamento do sistema de distribuição deste trabalho será feito pelo Método da Raiz Quadrada, de acordo com a NBR – 5626/95, que faz uma estimativa da vazão no barrilete e nas colunas de distribuição. Assim, a vazão de projeto para um determinado trecho T do sistema é dada por:

$$Q_{PT} = 0.3\sqrt{(\sum n_i p_i)} \quad , \text{ na qual:} \quad (12)$$

$n_i$  o número de aparelhos sanitários tipo "i" ligados a jusante do trecho T

$p_i$  é o peso atribuído ao aparelho sanitário tipo "i" (vide tabela abaixo).

**TABELA 13: PESOS ATRIBUIDOS AOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO (NBR – 5626/95)**

Aparelho Sanitário	Peça de Utilização	Peso Relativo
Bacia Sanitária	Caixa de Descarga	0.3
	Válvula de Descarga	32
Banheira	Misturador (água fria)	1.0
Bebedouro	Registro de Pressão	0.1
Bidê	Misturador (água fria)	0.1
Chuveiro ou Ducha	Misturador (água fria)	0.4
Chuveiro Elétrico	Registro de Pressão	0.1
Lavadora de Pratos e de Roupas	Registro de Pressão	1.0

	Lavatório	Torneira ou Misturador (água fria)	0.3
Mictório	C/ Sifão Integrado	Válvula de Descarga	2.8
	S/ Sifão Integrado	C.de descarga, R. de Pressão ou V. de Gaveta	0.3
Mictório tipo Calha		C. de Descarga ou R. de Pressão	0.3
Pia		Torneira ou Misturador (água fria)	0.7
		Torneira Elétrica	0.1
Tanque		Torneira	0.7
Torneira de Jardim/ Lavagem geral		Torneira	0.4

Para os ramais, a determinação das vazões pode ser feita pela soma das vazões de todos os aparelhos sanitários ligados ao ramal ou pela incorporação de fatores de simultaneidade à vazão máxima possível (ou mesmo a soma das vazões dos aparelhos ligados ao ramal que podem estar em funcionamento simultâneo). Neste trabalho será considerada a soma das vazões dos aparelhos ligados ao ramal considerando-se a simultaneidade visto que será utilizada bacia sanitária com caixa acoplada cujo enchimento normalmente é lento e que portanto pode estar em funcionamento simultâneo com os demais aparelhos. Segue abaixo tabela com as vazões unitárias de cada aparelho sanitário.

TABELA 14: VAZÕES UNITÁRIAS DOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO

Aparelho Sanitário	Peça de Utilização	Vazão de Projeto (l/s)
Bacia Sanitária	Caixa de Descarga	0.15
	Válvula de Descarga	1.70
Banheira	Misturador (água fria)	0.30
Bebedouro	Registro de Pressão	0.10

	Bidê	Misturador (água fria)	0.10
	Chuveiro ou Ducha	Misturador (água fria)	0.20
	Chuveiro Elétrico	Registro de Pressão	0.10
	Lavadora de Pratos e de Roupas	Registro de Pressão	0.30
	Lavatório	Torneira ou Misturador (água fria)	0.15
Mictório	C/ Sifão Integrado	Válvula de Descarga	0.50
	S/ Sifão Integrado	C.de descarga, R. de Pressão ou V. de Gaveta	0.15
	Mictório tipo Calha	C. de Descarga ou R. de Pressão	0.15/calha
	Pia	Torneira ou Misturador (água fria)	0.25
		Torneira Elétrica	0.10
	Tanque	Torneira	0.25
	Torneira de Jardim/ Lavagem geral	Torneira	0.20

Para cada apartamento temos:

TABELA 15: VAZÃO DE PROJETO POR APARTAMENTO

Quantidade	Aparelho	Peso (individual)	Vazão de Projeto (l/s)
2	Bacia Sanitária (caixa acoplada)	0.3	0.15
2	Chuveiro	0.4	0.20
2	Lavatório	0.3	0.15
1	Pia	0.7	0.25
1	Tanque	0.7	0.25
1	Máquina de Lavar Roupa	1.0	0.30

Assim, utilizaremos três colunas de distribuição de água fria por apartamento num total de 10 colunas, visto que algumas colunas atendem simultaneamente dois ambientes vizinhos como os banheiros de empregada dos apartamentos.

AF-1 : 1 lavatório; 1 bacias sanitária e 1 chuveiro.

AF-2 : 1 máquina de lavar roupa; 1 pia e 1 tanque.

AF-3 : 2 lavatórios; 2 bacias sanitárias e 2 chuveiros.

## 14. Identificação e Análise dos Parâmetros de Projeto

Aqui listamos os parâmetros de projeto que podem ser identificados em cada subsistema do sistema global, através da TABELA 16, para que utilizando a análise da sensibilidade possamos garantir a compatibilidade funcional e geométrica dos mesmos.

**TABELA 16: PARÂMETROS DE PROJETO**

Sistema	Parâmetro de Projeto
<b>Tubulação de Entrada de Água Servida</b>	Vazão de Entrada $Q_e$
<b>Caixa de Captação</b>	Volume da Caixa Vazão de Entrada na Caixa Vazão de Saída na Caixa Nível da Água na Caixa
<b>Bomba</b>	Potência Requerida Vazão Fornecida Tempo de Funcionamento (Controle) Condições de Instalação (Escorva) Carga Fornecida
<b>Filtro</b>	Vazão de Filtragem Manutenção Preventiva (Retrolavagem) Perda de Carga que impõe ao Sistema
<b>Tubulação de 2<sup>a</sup> ordem</b>	Rugosidade dos Tubos Quantidade de Singularidades na Tubulação
<b>Reservatório de 2<sup>a</sup> ordem</b>	Volume adequado Vazão Excessiva na Entrada do Reservatório
<b>Tubulação de Saída de Água Servida</b>	Diâmetro Adequado para Suprir Vazão no Sanitário

#### **14.1. Análise da Compatibilidade**

Com relação a compatibilidade funcional, devemos garantir que a saída de um subsistema seja a entrada do subsistema seguinte, garantindo assim o funcionamento correto do produto. Tal preocupação já foi levado em consideração quando realizamos a modelagem dos subsistemas.

Para a compatibilidade geométrica o único parâmetro com o qual devemos nos preocupar é a cota da bomba com relação ao nível de fluido na caixa de captação.

#### **14.2. Análise da Estabilidade**

Para realizar a análise da estabilidade identificamos 5 pontos que merecem atenção e serão discutidos a seguir no formato de problema e solução proposta:

1. Vazão no reservatório de 2<sup>a</sup> ordem ;
2. Reservatório de 2<sup>a</sup> ordem se encontra sem água;
3. Reservatório de 2<sup>a</sup> ordem está cheio;
4. Funcionamento da Bomba;
5. Retrolavagem do Filtro.

1. Está entrando uma vazão muito grande no sistema e a bomba não vence esta vazão.

**Problema:** O nível na caixa de captação estará sempre aumentando.

**Solução:** Criação de uma tubulação ladrão que captará o excedente de água e a despejará na tubulação de esgoto normal da residência.

2. Usuário tenta utilizar a água servida e verifica que as torneiras estão secas.

**Problema:** Não verificamos vazão de entrada no sistema, verificando apenas vazão de saída. As torneiras não podem ficar sem água pois trata-se de um parâmetro definido no Estudo da Viabilidade.

**Solução:** Projetar uma configuração de reservatórios (entre o reservatório normal e o de 2<sup>a</sup> ordem), para que através de uma diferença de cotas e a instalação adequada de uma torneira bóia, possa existir a movimentação de fluido entre reservatórios.

3. Não necessitamos mais de água servida pois o reservatório se encontra cheio.

**Problema:** Verificamos que não há uso de água servida, porém a vazão de entrada continua normal, promovendo um aumento contínuo do nível de fluido no reservatório.

**Solução:** Utilizar novamente a tubulação ladrão para despejar o excesso na tubulação de esgoto da residência.

4. Como ligar e desligar a bomba?

**Problema:** Prover a bomba de um controle automático de funcionamento.

**Solução:**

Ação Ligar: Utilizar uma torneira bóia, instalada na caixa de captação para que quando verifique-se certo nível na caixa, a bóia se eleve fechando um contato elétrico, ligando a bomba.

Ação Desligar: Utilizar um temporizador eletrônico ou uma minuteria, para que a bomba funcione por um tempo pré-determinado (podemos fixar esse tempo em 1 minuto).

5. Retrolavagem do filtro.

**Problema:** Quando posicionamos a válvula seletora do filtro na posição retrolavagem (realização da manutenção preventiva), devemos recolher a água rejeitada por este processo do filtro.

**Solução:** Novamente utilizar a tubulação ladrão.

## **15. Recomendações sobre a Manutenção Preventiva do Sistema**

Aqui validamos os parâmetros de manutenção descritos no Estudo da Viabilidade. O carvão ativado e o quartzo devem ser trocados anualmente através de refis, operação facilmente realizável pelo zelador do edifício. Outra operação de manutenção preventiva necessária é a realização de retrolavagem do filtro através do posicionamento da válvula seletora em retrolavar. Segundo a assistência técnica do produto isso deve ser feito mensalmente.

Outra manutenção que deve ser realizada é a lavagem do reservatório de 2<sup>a</sup> ordem anualmente. Esse procedimento de lavagem é o mesmo que para reservatórios comuns, podendo ser realizada pelo zelador do edifício ou por pessoa especializada. Os procedimentos detalhados desta operação podem ser encontrados na página eletrônica da Sabesp.

## 16. Análise Financeira

Para a análise financeira do sistema de reaproveitamento de água no edifício padrão escolhido foram levantados os seguintes custos que representam o investimento inicial e os custos de manutenção.

**TABELA 17: INVESTIMENTO INICIAL DO SISTEMA**

Item	Fornecedor	Preço Unitário	Qtde	Preço
Motor Elétrico WEG	C. O. Mueller	R\$ 210,65	1	R\$ 210,65
Bomba KSB e Acoplamento Vulkan	C. O. Mueller	R\$ 2.188,35	1	R\$ 2.188,35
Tubo de Esgoto 75mmx6m Tigre	Uemura	R\$ 17,70	45	R\$ 796,50
Tubo de Esgoto 100mmx6m Tigre	Uemura	R\$ 17,10	35	R\$ 598,50
Tubo de Água Fria 32mmx6m Tigre	Uemura	R\$ 14,30	75	R\$ 1.072,50
Filtro Gold	Filtros Gold	R\$ 2.450,00	1	R\$ 2.450,00
Reservatório Inferior	Uemura	R\$ 3.200,00	1	R\$ 3.200,00
Reservatório Superior	Uemura	R\$ 4.100,00	1	R\$ 4.100,00
Mão de Obra	-	R\$ 7.000,00	-	R\$ 7.000,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 21.616,50</b>

Nota: 1-Custos dos equipamentos especificados ao longo do dimensionamento

2-Foi escolhido o fornecedor de menor preço

3-Taxa de câmbio em Dez 2000: U\$ 1,00 = R\$ 1,95

**TABELA 18: CUSTOS DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA**

Item	Fornecedor	Preço Unitário
Produtos Químicos de limpeza	Filtros Gold	R\$ 1.500,00
Refil de carvão ativado e quartzo	Filtros Gold	R\$ 200,00
Energia Elétrica	Eletropaulo	R\$ 2.500,00
Manutenção Técnica	-	R\$ 2.400,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 6.600,00</b>

Fonte: Fornecedores e profissionais da área

Com base nestes valores, podemos fazer o fluxo de caixa livre esperado para o investimento para os próximos cinco anos.

TABELA 19: FLUXO DE CAIXA LIVRE

	<u>dez/00</u>	<u>dez/01</u>	<u>dez/02</u>	<u>dez/03</u>	<u>dez/04</u>	<u>dez/05</u>	
<b>R\$</b>							Perpetuidade
LUCRO LÍQUIDO	\$0	\$21.000	\$21.000	\$21.000	\$21.000	\$21.000	Crescim = 3%
+DEPRECIAÇÃO	\$0	\$500	\$500	\$500	\$500	\$500	
-INVESTIMENTOS	(21.617)	(\$6.600)	(\$6.600)	(\$7.500)	(\$7.500)	(\$8.700)	
OUTROS	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>(\$21.617)</b>	<b>\$14.900</b>	<b>\$14.900</b>	<b>\$14.000</b>	<b>\$14.000</b>	<b>\$12.800</b>	<b>\$13.184</b>
		20,00%				FC Terminal	\$77.553
Valor Presente FC	\$64.378						
VPL	\$95.545						
TIR	61,03%						
Payback	2 anos						

Nota: As premissas utilizadas constam no estudo de viabilidade e tabelas de custo

Constata-se que o investimento inicial fica em R\$ 21.617,00 (U\$ 11.085,00) com custo de manutenção anual de R\$ 6.600,00 (U\$ 3.385,00) para os dois primeiros anos. O retorno do investimento acontece no segundo ano. Estes valores estão muito próximos dos previstos no Estudo de Viabilidade, comprovando a exeqüibilidade do projeto.

## **17. CONCLUSÕES**

Durante a realização do trabalho percebemos o quanto importante é a presença da água em nossas vidas.

Partindo das análises levantadas, dentro de pouco tempo a falta de água pode ser um fato, e através deste trabalho tentamos propor instrumentos e procedimentos para minimizar estes problemas.

A idéia principal do trabalho foi a de reutilizar a água de determinados pontos – pontos em que a água não esteja muito contaminada - em projetos futuros cujas construções visem eliminar o desperdício e conjuntamente utilizar equipamentos que reduzam e regulem o consumo de água.

Durante o desenvolvimento percebemos também que a participação de pessoas com idéias e formações diferentes é de extrema importância, pois em alguns itens tivemos dificuldades na análise.

Por fim, através do levantamento dos custos chegamos a um preço satisfatório e que pode perfeitamente ser implementado.

Deixamos para projetos futuros a idéia de aproveitar todo o esgoto e pesquisar com maior profundidade o equipamento de filtragem. Para aumentar a confiabilidade e segurança do sistema é preciso garantir uma qualidade de água satisfatória que de forma alguma prejudique o ser humano. Quanto aos acessórios inteligentes é necessário garantir que atendam às necessidades de uma residência, sendo necessário fazer um estudo de campo mais amplo.

# **Anexos**

**Anexo A - Conselhos Sabesp*****Economia de água em casas e edifícios***

Algumas dicas fáceis e eficientes:

- Lavando-se a louça com a torneira de pia meio aberta durante 15 minutos, gastam-se 243 litros de água. Medidas práticas para gastar somente 20 litros: 1. Limpe os restos dos pratos e panelas com uma escova e jogue no lixo. 2. Coloque água na cuba até a metade para ensaboar. Enquanto isso feche a torneira. 3. Coloque água novamente para enxaguar.
- Lavadora de louças com capacidade para 44 utensílios e 40 talheres (para 6 pessoas), gasta 40 litros. Por isso, o ideal é ser utilizada somente quando estiver cheia e não com poucos utensílios. O mesmo vale para a lavadora portátil.
- Bacia sanitária com válvula com o tempo de acionamento de 6 segundos gasta 10 litros de água. Quando a válvula está defeituosa, pode chegar até 30 litros. No entanto, tem gente que usa a bacia sanitária como lata de lixo...
- Se uma pessoa escova os dentes em cinco minutos com a torneira não muito aberta, gasta 12 litros de água. No entanto, se molhar a escova e

fechar a torneira enquanto escova os dentes e, ainda enxaguar a boca com um copo de água, consegue economizar mais de 11,5 litros de água. Isso pode ser multiplicado pelo número de pessoas na casa e, depois, por 30 dias, para se ter uma idéia da economia em dinheiro.

- Banho de bucha por 15 minutos, com a torneira meio aberta consome 243 litros. Se fechar o registro enquanto se ensaboar, diminuindo o tempo de banho para 5 minutos, o consumo cai para 81 litros.
- No caso de banho com chuveiro elétrico, também em 15 minutos, com o registro meio aberto, são gastos 144 litros. Com os mesmos cuidados que com a ducha, o consumo cai para 48 litros.
- Um hábito é regar jardins e plantas durante 10 minutos, e com isso chega-se a gastar 186 litros de água. Para economizar, a regra durante o verão deve ser feita de manhãzinha ou à noite, o que reduz a perda por evaporação. No inverno, a regra pode ser feita dia sim, dia não, pela manhã. Mangueira com esguicho-revólver também ajuda. Com esses cuidados pode-se chegar a uma economia de 96 litros por dia.
- Muita gente gasta até 30 minutos lavando carro. Com uma mangueira não muito aberta, gastam-se 216 litros de água. Com a torneira aberta meia volta 560 litros! Mas se lavar o carro apenas uma vez por mês usando um balde de 10 litros para molhar e ensaboar e, também, balde para enxaguar ,

pode-se chegar a um consumo de apenas 40 litros. Isso para não falar na possibilidade de usar água da chuva.

- Gotejando, uma torneira chega a um desperdício de 46 litros por dia. Isto é, 1.380 litros por mês. Ou seja, mais de um metro cúbico por mês – o que significa uma conta mais alta. Um filete de mais ou menos 2 milímetros totaliza 4.140 litros num mês. Um filete de 4 milímetros, 13.260 litros por mês de desperdício. Um buraco de 2 milímetros no encanamento, para uma pressão de 15 metros de coluna de água, desperdiça (e custa muito caro) aproximadamente a 3 caixas d'água de 1.000 litros.

### **Cuidar da caixa de água é cuidar da saúde**

Quando a qualidade da água fornecida pela Sabesp, pode-se ficar tranquilo. Mas quanto a água da caixa, é preciso cuidar bem dela. Caso contrário, todos correm o risco de doenças.

1. Programe o dia da lavagem de sua caixa d'água. Dê preferência para o fim de semana.
2. Posicione bem a escada para não escorregar.
3. Inicie com o fechamento do registro da entrada da casa ou amarre a bóia.

4. Comece a esvaziar a caixa, mas não jogue fora a água. Guarde o máximo possível em vasilhames, para o uso durante o período de limpeza.
5. Deixe um palmo de água no fundo da caixa.
6. Tampe a saída da água para que essa água no fundo seja utilizada na lavagem e para que a sujeira não desça pelo cano.
7. Lave as paredes e o fundo da caixa com escova de fibra vegetal ou de fio de plástico macio. Nunca use sabão detergente ou outro produto. Evite escova de aço ou vassoura.
8. Retire a água da lavagem com um balde e a sujeira com uma pá de plástico. Utilize pano seco para secar o fundo, evitando passá-lo nas paredes.
9. Ainda com a saída da caixa fechada, abrir o registro ou desamarrar a bóia para deixar entrar um palmo de água. Feche o registro ou amarre novamente a bóia. Depois adicione 2 litros de água sanitária para deixar por 2 horas. Com uma broxa, balde ou caneca plástica, molhe as paredes internas com esta solução desinfetante. Aproveite para lavar a tampa.
10. A cada 30 minutos, verifique se as paredes internas da caixa secaram. Caso isso ocorra, fazer nova mistura até completar as 2 horas.
11. Não usar para mais nada essa mistura.

12. Passadas as duas horas, ainda com a bóia amarrada ou registro fechado, esvazie a caixa abrindo a saída.

13. Abra todas as torneiras e acione as descargas. Com isso, desinfetam-se também os canos do imóvel.

14. Tampe adequadamente a caixa para que não entrem pequenos animais, aves ou sujeiras. Isso evita a contaminação e transmissão de doenças.

15. Abra o registro ou desamarre a bóia. Esta água já pode ser usada. Anote do lado de fora da caixa a data da limpeza.

### **Cuidar da rede de esgoto também é cuidar da saúde**

A rede de esgotos está pronta, a ligação também. Mas o seu bom funcionamento depende muito das pessoas. Aqui os cuidados para que não sejam causados prejuízos a ninguém. Quando se abre a torneira da pia da cozinha, liga o chuveiro, dá descarga na bacia sanitária ou lava a roupa, inicia-se a formação de esgotos.

Os esgotos são canalizados e caem numa caixa de concreto e, dela, vão para a rua. Na rua, os esgotos encontram tubos maiores que, por sua vez, vão dar em grandes canais subterrâneos chamados interceptores levam os

esgotos até a estação de tratamento, para serem tratados e poderem ser lançados, sem perigo, em rios, lagos ou no mar.

Não jogue papel higiênico, absorvente, fralda, ponta de cigarro, preservativo, gilete ou lixo de qualquer espécie no vaso sanitário. Não jogue pó de café, restos de comida, cascas de fruta, legumes, óleo e qualquer outro tipo de detrito na pia da cozinha. Atenção: os ralos do lado de fora da casa não podem ser ligados a rede de esgotos. Se isso acontecer, corre-se o risco de que o esgoto volte pelos ralos e pias, para dentro de casa.

## Anexo B - Estudos de Custos

O estudo que se segue analisa a viabilidade de se instalar um sistema de reaproveitamento de água em residências. Este estudo tem por base o gasto mensal de cada residência e o consumo que a instalação do sistema iria proporcionar, deste modo, segue se uma analise do tempo de retorno em comparação com o custo total.

Tabela: Cota mensal de serviços de água e esgoto

<b>Consumo</b>		<b>Gasto</b>		<b>Retorno</b>		
inicial [ m <sup>3</sup> ]	real [ m <sup>3</sup> ]	inicial	real	economia	%	t [meses]
10	10	R\$11,34	R\$11,34	-	-	-
20	14	R\$28,94	R\$18,38	R\$10,56	36,5	160
30	20	R\$72,94	R\$28,94	R\$44,00	60,3	24
40	27	R\$116,94	R\$59,74	R\$57,20	48,9	18
50	33	R\$160,94	R\$86,14	R\$74,80	46,5	14
55	37	R\$185,24	R\$103,74	R\$81,50	44,0	13
60	40	R\$209,54	R\$116,94	R\$92,60	44,2	11
65	43	R\$233,84	R\$130,14	R\$103,70	44,3	10
70	47	R\$258,14	R\$147,74	R\$110,40	42,8	9
75	50	R\$282,44	R\$160,94	R\$121,50	43,0	9
80	53	R\$306,74	R\$175,52	R\$131,22	42,8	8
85	57	R\$331,04	R\$194,96	R\$136,08	41,1	8
90	60	R\$355,34	R\$209,54	R\$145,80	41,0	7
95	63	R\$379,64	R\$224,12	R\$155,52	41,0	7
100	66	R\$403,94	R\$238,70	R\$165,24	40,9	6

## Anexo C – Acessórios Inteligentes

Estimativa de economia de água utilizando acessórios inteligentes, apresentada pela Deca ([www.deca.com.br](http://www.deca.com.br)).

TABELA 1

Produto	Baixa Pressão	Alta Pressão	Aplicando Dispositivos Economizadores de Água
	2 a 10 m.c.a. Residência/Sobrado (A)	10 a 40 m.c.a. Apartamento/Indústria (B)	
Torneira de lavatório	10 l/min	20 l/min	8 l/min
Misturador de cozinha	12 l/min	20 l/min	6 l/min
Torneira de jardim/tanque	12 l/min	20 l/min	8 l/min
Mictório com registro	10 l/min	15 l/min	8 l/min
Mictório Decalux	8 l/min	8 l/min	8 l/min (1)
Mictório Decamatic	8 l/min	15 l/min	8 l/min (2)
Torneira Decalux	6 l/min	6 l/min	6 l/min (3)
Torneira Decamatic	8 l/min	15 l/min	6 l/min (2)
Chuveiro	15 l/min	20 l/min	14 l/min

(A) Valor de referência utilizado: 4 m.c.a.

(B) Valor de referência utilizado: 20 m.c.a.

(1) O produto já vem com dispositivo economizador de água.

(2) O produto apresenta regulagem de vazão.

(3) O produto apresenta arejador para alta pressão com vazão constante (6 l/min).

Levantamento estimado de gastos/volume de água através do tempo de utilização, em litros

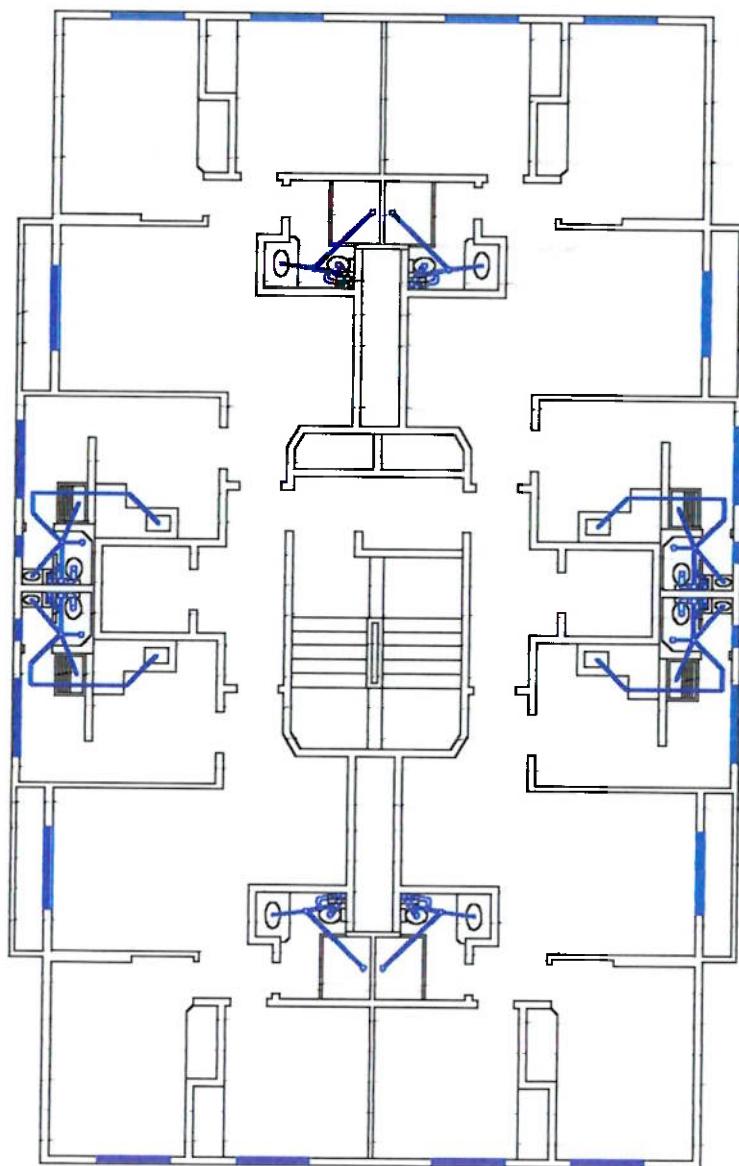
TABELA 2

Produto DECA	Volume Médio Estimado por Ciclo	
	Sem Regulagem	Com Regulagem
Torneira Decamatic	2,0 l	1,0 l
Mictório Decamatic	2,0 l	1,0 l
Mictório Decalux	0,8 l	0,8 l

TABELA 3

Produto	Tempo (Min.)	Baixa Pressão	Alta Pressão	Aplicando Dispositivos Economizadores de Água
		2 a 10 m.c.a. Residencia/Sobrado	10 a 40 m.c.a. Apartamento/Indústria	
Chuveiro	5	75 l	100 l	70 l
	10	150 l	120 l	140 l
	15	225 l	300 l	210 l
Torneira De Lavatório	1	10 l	20 l	8 l
	5	50 l	100 l	40 l
	10	100 l	200 l	80 l
Misturador de Cozinha	1	60 l	100 l	30 l
	5	120 l	200 l	60 l
	10	180 l	300 l	90 l
Torneira de jardim/tanque	5	60 l	100 l	40 l
	10	120 l	200 l	80 l
	15	180 l	300 l	120 l
Mictório com Registro	0,25	2,5 l	3,75 l	2 l
	0,50	5,0 l	7,5 l	4 l
	1	10 l	15 l	8 l

# ANDAR TIPO



### **Referências Bibliográficas**

- Chahin, R.R., Netto, C. A. M. F., **Sistema de Reuso de Água para Edificações**, Artigo Técnico, ABES.
- Macintyre, A.J., **Instalações Hidráulicas**. 1<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.
- Hespanhol, I., **Águas Doces no Brasil**, Capítulo: Capital Ecológico, Uso e Conservação
- Fox & McDonald; **Introdução à Mecânica dos Fluidos**; 5<sup>a</sup> edição; 1996; EPMN.

### **Sites Consultados**

- [www.sabesp.com.br](http://www.sabesp.com.br)
- [www.tigre.com.br](http://www.tigre.com.br)
- [www.ksbbombas.com.br](http://www.ksbbombas.com.br)
- [www.deca.com.br](http://www.deca.com.br)

