

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E REUSO DE ÁGUAS CINZAS  
PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL  
LOCALIZADO EM FLORIANÓPOLIS – SC**

**DANIEL FABRÍCIO FERREIRA**

Florianópolis, junho de 2005

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E REUSO DE ÁGUAS CINZAS  
PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL  
LOCALIZADO EM FLORIANÓPOLIS – SC**

**DANIEL FABRÍCIO FERREIRA**

ACADÊMICO

**ENEDIR GHISI, PhD**

PROFESSOR ORIENTADOR

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido à Universidade Federal  
de Santa Catarina para a obtenção  
do título de **Engenheiro Civil**

Florianópolis, junho de 2005

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS E REUSO DE ÁGUAS CINZAS  
PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL  
LOCALIZADO EM FLORIANÓPOLIS – SC**

**DANIEL FABRÍCIO FERREIRA**

ACADÊMICO

Trabalho defendido e aprovado em 23/06/2005

Banca Examinadora:

---

Prof. EneDir Ghisi, PhD

Professor Orientador

---

Eng<sup>o</sup> Deivis Luis Marinoski, M. Eng.

LabEEE – UFSC

---

Eng<sup>o</sup>. Eloir Carlos Gugel, mestrando

UFSC

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Ney Antônio Ferreira e Janete Bittencourt Ferreira, por terem acreditado em mim e nunca permitirem que eu desistisse dos meus sonhos, mesmo quando estes pareciam impossíveis de serem realizados. Esta vitória também é de vocês!

Ao meu irmão Christian, pelos laços de amizade que nutrimos um pelo outro e que nos fortalecem nas horas difíceis.

À minha namorada Josi, que se mostrou paciente e companheira sempre, pela compreensão nos momentos de ausência e por toda felicidade que tem proporcionado em minha vida.

Aos todos os meus amigos que, direta ou indiretamente, estiveram presentes nesta fase da minha vida. Em especial, um agradecimento aos amigos Marcelo Stefani, pela contribuição fornecida no desenvolvimento da formatação final deste trabalho, e Rodrigo Medeiros, pela ajuda na etapa de levantamento de dados deste estudo.

Ao professor e amigo Enedir Ghisi, pela atenção e ensinamentos a mim dispensados, e também pelo seu empenho e dedicação que fizeram os progressos deste trabalho acontecerem.

Àqueles moradores do Condomínio Santa Martha que aceitaram participar deste estudo, mostrando-se receptivos e dispostos a ajudar.

Finalmente, agradeço a Deus, por me proporcionar muitos momentos felizes, saúde e, através da sua misericordiosa bênção, ter me concedido o grande dom... a VIDA!

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	Justificativas .....	2
1.2	Objetivos .....	4
1.2.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>4</i>
1.2.2	<i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>4</i>
1.3	Estrutura do Trabalho.....	4
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>6</b>
2.1.	A Questão da Disponibilidade de Água Potável no Cenário Mundial.....	7
2.1.1	<i>A Água Potável no Mundo Traduzida em Números.....</i>	<i>8</i>
2.1.2	<i>O Problema da Poluição das Águas e do Saneamento.....</i>	<i>10</i>
2.2.	A Água Potável no Brasil.....	11
2.2.1.	<i>A disponibilidade hídrica do Brasil .....</i>	<i>12</i>
2.2.2.	<i>A poluição das águas no Brasil .....</i>	<i>15</i>
2.2.3.	<i>A demanda de água potável no país .....</i>	<i>16</i>
2.2.4.	<i>A Política Nacional de Preservação dos Recursos Hídricos.....</i>	<i>18</i>
2.2.5.	<i>O Gerenciamento de Recursos Hídricos.....</i>	<i>21</i>
2.2.6.	<i>Programas de Conservação de Água.....</i>	<i>23</i>
2.3.	A Questão da Água Potável no Estado de Santa Catarina .....	24
2.3.1.	<i>Dados relativos à Florianópolis .....</i>	<i>24</i>
2.3.2.	<i>A Demanda de Água no Estado .....</i>	<i>25</i>
2.4.	Usos Finais de Água .....	26
2.5.	Aproveitamento de Água de Chuva .....	31
2.5.1.	<i>Aproveitamento de Água de Chuva no Mundo .....</i>	<i>33</i>
2.5.2.	<i>Aproveitamento de Água de Chuva no Brasil.....</i>	<i>34</i>
2.5.3.	<i>Dados de Precipitação Atmosférica para Florianópolis.....</i>	<i>36</i>
2.5.4.	<i>Sistemas de Coleta .....</i>	<i>37</i>
2.5.5.	<i>Reservatórios de Água de Chuva.....</i>	<i>37</i>
2.6.	Reuso de Águas Cinzas.....	38
2.6.1.	<i>Casos de Reuso Doméstico de Água no Brasil e no Mundo .....</i>	<i>41</i>
2.6.2.	<i>Tratamento de Esgotos por Zonas de Raízes .....</i>	<i>42</i>

<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>43</b>
3.1.	Introdução .....	44
3.2.	Objeto de Estudo .....	44
3.3.	Levantamento de Dados .....	47
3.3.1.	<i>Entrevistas</i> .....	47
3.3.2.	<i>Medições de Vazão</i> .....	49
3.3.3.	<i>Dados de Consumo Obtidos através da CASAN</i> .....	50
3.3.4.	<i>Monitoramento dos Hidrômetros</i> .....	50
3.4.	Estimativa do Consumo de Água nos Dispositivos .....	50
3.5.	Análise de Sensibilidade .....	52
3.6.	Estimativas de Usos Finais .....	52
3.7.	Estimativa do Volume do Reservatório de Água da Chuva.....	53
3.8.	Estimativa do Volume do Reservatório de Água de Reuso .....	55
3.9.	Estimativas dos Volumes dos Reservatórios Considerando Utilização Simultânea dos dois Sistemas .....	56
3.10.	Análise Econômica .....	56
3.11.	Análise Paramétrica dos Resultados Obtidos.....	59
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
4.1.	Introdução .....	62
4.2.	Levantamento de dados.....	62
4.2.1.	<i>Entrevistas</i> .....	62
4.2.2.	<i>Medições de vazão</i> .....	68
4.2.3.	<i>Dados de consumo obtidos através da CASAN</i> .....	68
4.2.4.	<i>Monitoramento dos hidrômetros</i> .....	72
4.3.	Estimativa do consumo de água nos dispositivos e dos usos finais.....	74
4.4.	Análise de Sensibilidade .....	78
4.5.	Estimativa do Volume do Reservatório de Água de Chuva.....	84
4.6.	Estimativa do Volume do Reservatório de Água de Reuso .....	87
4.7.	Estimativas dos Volumes dos Reservatórios Considerando Utilização Simultânea dos dois Sistemas .....	89
4.8.	Análise Econômica .....	92
4.9.	Análise Paramétrica dos Resultados Obtidos.....	98
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>103</b>

5.1. Conclusões Gerais .....	104
5.2. Limitações do Trabalho .....	106
5.3. Sugestões para Trabalhos Futuros.....	107
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>115</b>
<b>APÊNDICE 1.....</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE 2.....</b>	<b>119</b>

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 2.1 – Produção Hídrica do Mundo, por Região.....	9
Tabela 2.2 – Disponibilidade hídrica no mundo (1000m <sup>3</sup> /hab/ano) .....	9
Tabela 2.3 – Vazão média de água do Brasil em comparação com o total dos outros países da América do Sul .....	12
Tabela 2.4 – Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do país.....	13
Tabela 2.5 – Classificação da disponibilidade de água proposta pela UNEP.....	13
Tabela 2.6 – Disponibilidade de água no Brasil .....	14
Tabela 2.7 – Consumo médio per capita nos Estados do Brasil. ....	16
Tabela 2.8 – Índices de consumo mensal de água nas cinco regiões do Brasil. ....	17
Tabela 2.9 – Consumo médio per capita.....	25
Tabela 2.10 – Consumo médio per capita para algumas cidades do Estado de Santa Catarina. ....	26
Tabela 2.11 – Uso final de água tratada para consumo doméstico no Reino Unido..	27
Tabela 2.12 – Uso final de água tratada para consumo doméstico na Suíça .....	27
Tabela 2.13 – Uso final de água tratada para consumo doméstico na Colômbia.....	27
Tabela 2.14 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em Heatherwood (Boulder – Califórnia).....	28
Tabela 2.15 – Uso final de água tratada para consumo doméstico nos EUA .....	28
Tabela 2.16 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em um apartamento da USP.....	29
Tabela 2.17 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em uma residência da CDHU.....	29
Tabela 2.18 – Uso final de água tratada para consumo doméstico para o Projeto Casa Alvorada, da UFRGS .....	30
Tabela 2.19 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em um condomínio residencial em Florianópolis .....	30
Tabela 2.20 – Uso final de água tratada para bacia sanitária e mictórios de 10 edificações do setor público de Florianópolis.....	31



Tabela 2.21 – Tratamento necessário para a água de chuva , conforme os seus diferentes usos.....	32
Tabela 2.22 – Precipitação total para a cidade de Florianópolis – SC.....	36

#### **CAPÍTULO 4 – RESULTADOS**

Tabela 4.1 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 402-A.....	64
Tabela 4.2 – Valores médios de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para os blocos A, B, C e para o Condomínio.....	65
Tabela 4.3 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 402-A.....	66
Tabela 4.4 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para os blocos A, B e C, e para todo o Condomínio.....	67
Tabela 4.5 – Valores de medição de vazão obtidos para o apartamento 402-A.....	68
Tabela 4.6 – Consumo de água, por bloco, obtidos através das faturas emitidas pela CASAN.....	69
Tabela 4.7 – Valores médios de consumo diário per capita (em litros/hab/dia) para cada mês de referência.....	70
Tabela 4.8 – Valores lidos nos hidrômetros de cada bloco do Condomínio.....	72
Tabela 4.9 – Média dos valores de consumo de água obtidos por meio de medições nos hidrômetros do Condomínio.....	73
Tabela 4.10 – Consumo de água nos dispositivos que demandam atividades individuais para os moradores do apartamento 402-A.....	75
Tabela 4.11 – Consumo de água nos dispositivos que demandam atividades coletivas para o apartamento 402-A.....	76
Tabela 4.12 – Médias dos consumos de água nos dispositivos que demandam atividades coletivas para o apartamento 402-A.....	76
Tabela 4.13 – Estimativas de usos finais para cada morador e para todo o apartamento 402-A.....	77
Tabela 4.14 – Estimativas de usos finais, em porcentagem, para os blocos A, B e C e para todo o Condomínio.....	77
Tabela 4.15 – Comparação entre os consumos real e estimado.....	78

Tabela 4.16 – Estimativas de usos finais, em porcentagem, corrigidas em função da Análise de Sensibilidade para os blocos A, B e C e para todo o Condomínio.....	83
Tabela 4.17 – Dados de entrada, separados por bloco, necessários para a utilização do Programa Netuno .....	84
Tabela 4.18 – Dados de entrada e cálculos dos volumes de armazenamento dos reservatórios superiores de cada bloco.....	87
Tabela 4.19 – Resumo das soluções adotadas para reservatórios inferior e superior de água de chuva em cada bloco.....	87
Tabela 4.20 – Dados de entrada e cálculos dos volumes de armazenamento dos reservatórios de água de reuso .....	88
Tabela 4.21 – Resumo das soluções adotadas para reservatórios inferior e superior de água de reuso em cada bloco.....	89
Tabela 4.22 – Dados de entrada e cálculos dos volumes de armazenamento dos reservatórios, considerando o uso de água de chuva e reuso de águas cinzas.....	90
Tabela 4.23 – Resumo das soluções adotadas para os reservatórios inferior e superior de cada bloco.....	92
Tabela 4.24 – Resumo dos custos de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial .....	94
Tabela 4.25 – Resumo dos custos de implantação de um sistema de reuso de águas cinzas.....	95
Tabela 4.26 – Resumo dos custos de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em conjunto com um sistema de reuso de águas cinzas .....	95
Tabela 4.27 – Tabela tarifária utilizada pela CASAN para edificações residenciais.	96
Tabela 4.28 – Tempo de retorno para investimento em um sistema de captação de água pluvial .....	97
Tabela 4.29 – Tempo de retorno para investimento em um sistema de reuso de águas cinzas.....	97
Tabela 4.30 – Tempo de retorno para investimento em um sistema que utiliza simultaneamente captação de água pluvial e reuso de águas cinzas.....	98
Tabela 4.31 – Dados de entrada para a utilização do Programa Netuno.....	99

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Figura 3.1 – Fachada principal do Condomínio – vista do blocos A e B .....	45
Figura 3.2 – Vista geral do telhado do bloco A .....	46
Figura 3.3 – Vista do beiral do telhado, mostrando a calha de concreto impermeabilizada e o rufo.....	46
Figura 3.4 – Vista de um condutor vertical, de seção 100mm, tomado pela sujeira proveniente do tempo de uso .....	47

### CAPÍTULO 4 – RESULTADOS

Figura 4.1 –Consumo diário per capita (litros/hab/dia) para os três blocos.....	71
Figura 4.2 – Sensibilidade na duração do banho – 102B e 303C .....	79
Figura 4.3 – Sensibilidade na frequência de uso do vaso sanitário – 102B e 303C...	79
Figura 4.4 – Sensibilidade na vazão do vaso sanitário – 102B e 303C .....	80
Figura 4.5 – Sensibilidade no tempo de uso da torneira da cozinha – 102B e 303C.	80
Figura 4.6 – Sensibilidade na duração do banho – Blocos A, B, C e Condomínio ...	81
Figura 4.7 – Sensibilidade na frequência de uso do vaso sanitário – Blocos A, B, C e Condomínio.....	81
Figura 4.8 – Sensibilidade na vazão do vaso sanitário – Blocos A, B, C e Condomínio.....	82
Figura 4.9 – Sensibilidade no tempo de uso da torneira da cozinha – Blocos A, B, C e Condomínio.....	82
Figura 4.10 – Resultados de dimensionamento de reservatório obtidos para os blocos A, B e C utilizando-se o Programa Netuno.....	86
Figura 4.11 – Resultados de dimensionamento de reservatório obtidos para os blocos A, B e C utilizando-se o Programa Netuno.....	91
Figura 4.12 – Análise Paramétrica de acordo com a variação do consumo diário per capita .....	99
Figura 4.13 – Análise Paramétrica de acordo com a variação do número de moradores por apartamento.....	100
Figura 4.14 – Análise Paramétrica de acordo com a variação da área de telhado ...	100

Figura 4.15 – Análise Paramétrica de acordo com a variação da porcentagem de água que pode ser substituída por água de chuva.....	100
Figura 4.16 – Análise Paramétrica para os volumes dos reservatórios de reuso dos blocos A, B e C .....	102

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre potencial de economia de água tratada obtido através do aproveitamento de água pluvial e do reuso de águas cinzas. Para tanto, foi realizado um estudo de caso em um condomínio residencial de Florianópolis – SC, o Condomínio Santa Martha, que é composto por três blocos.

Tendo em vista os problemas de escassez de água com os quais sofremos atualmente, e que se agravarão a médio prazo, torna-se interessante buscar novas fontes de abastecimento de água que venham a suprir as demandas atuais e futuras de consumo.

A primeira etapa do trabalho consistiu em realizar levantamentos, por amostragem, que mostrassem dados de frequência e tempo de utilização, por morador, dos dispositivos de cada bloco do condomínio. De posse deste levantamento, o passo seguinte foi realizar medições de vazão a fim de se determinar os consumos diários por moradores, por apartamento e por bloco.

Com isso, foi possível estimar os usos finais de água por morador, por apartamento, por bloco e para o condomínio todo. Como os consumos estimados não apresentaram resultados semelhantes aos consumos reais, obtidos através dos dados da CASAN, realizou-se uma análise de sensibilidade, com o intuito de minimizar possíveis erros. Após esta análise, novas estimativas de usos finais foram realizadas.

Todos estes passos do trabalho foram importantes para a determinação de volume dos reservatórios de água pluvial, de reuso e de ambos, quando as duas técnicas foram utilizadas simultaneamente. Por fim, realizou-se uma análise econômica, que buscou apresentar custos de implantação, de mão-de-obra e de materiais, e uma análise paramétrica dos resultados obtidos, a fim de mostrar qual seria o comportamento do potencial de economia de água tratada e do volume dos reservatórios quando se faziam variar alguns dos parâmetros estudados.

A partir daí, verificou-se que a utilização dos dois sistemas juntos é a alternativa que apresenta o maior potencial de economia de água tratada. Apesar de possuir um custo de implantação maior que nos outros dois casos, mesmo assim ela desponta como a técnica mais apropriada para o Condomínio em questão.

CAPÍTULO 1

# **INTRODUÇÃO**

## 1.1 Justificativas

É notável o descaso humano para com o meio ambiente. Durante várias décadas a raça humana poluiu e utilizou as fontes de recursos naturais, sem se preocupar com a sua renovação ou o seu uso consciente. Esse fato se deve, também, às grandes fases de crescimento da população mundial, o que ocasionou um elevado aumento da demanda por estes recursos. Entretanto, as questões ambientais começam a despertar a atenção da sociedade e vêm tomando relevante importância no cenário mundial atual. Esta preocupação tem se mostrado crescente e está, aos poucos, forçando a sociedade a rever as suas práticas no tocante ao uso e gerenciamento dos recursos naturais. Os recursos hídricos fazem parte desta lista que, por muito tempo, foram explorados sem precedentes.

A água é indispensável para a continuação da vida no nosso planeta. Ela é parte inerente de todos os seres vivos e, sem ela, não se poderia conceber a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura. Os procedimentos realizados pela natureza para transformar a água impura em água potável são extremamente lentos, frágeis e bastante limitados. É por isso que a água deve ser manipulada com controle, paciência, racionalidade e preocupação (UNIÁGUA, 2004).

O volume de água existente no planeta é estimado em 1,35 milhões de quilômetros cúbicos, correspondendo à cerca de dois terços da superfície terrestre. Deste volume, 97,5% da água disponível na Terra é salgada e está localizada em oceanos e mares, 2,493% é doce, mas se encontra em regiões de difícil acesso (geleiras e aquíferos subterrâneos), restando somente 0,007% de água doce encontrada em locais de fácil acesso para o consumo humano, como nos rios, lagos e na atmosfera (UNIÁGUA, 2004).

Além disso, a distribuição populacional da Terra é fator agravante nessa questão. Estudos mostram que onde há muita água, existe pouca população, bem como onde existe muita população, há pouca água. Cita-se o exemplo da Região Sudeste do Brasil, que possui uma população correspondente a 43% do total do país e dispõe de uma potencialidade hídrica estimada em apenas 6% (GHISI, 2004).

Embora a água seja um recurso renovável (através do seu ciclo hidrológico), a sua oferta não cresce o suficiente para suprir a demanda. Sempre acaba existindo um *déficit*, cada vez mais acentuado pelo seu uso irracional e desperdícios. A água doce chega a ser considerada, hoje, como um recurso esgotável, tamanho o seu consumo desordenado. A sua utilização e oferta são uma preocupação mundial.

Assim, faz-se necessário estabelecer uma nova relação entre o homem e a água, onde devem ser incentivadas ações que minorem os desperdícios e primem pelo uso racional, valorizando o respeito e a preocupação com este tema tão importante.

Um dos fatores que se mostra essencial para vencer o problema da escassez de água é trabalhar com a conscientização da sociedade, visando uma educação ambiental de qualidade. É por estas vias que se poderá obter um reequilíbrio hídrico e se chegar a um desenvolvimento sustentável, minimizando este, que desponta como um dos principais problemas a ser vencido no século XXI (ECONOMIA BR, 2003 apud MONTIBELLER & SCHMIDT, 2004).

Em meio a todo este contexto, percebe-se que várias empresas, organizações e especialistas no assunto estão investindo em estudos que revelem novas formas de reaproveitamento da água doce, donde surgem algumas alternativas interessantes de uso racional de água. A captação da água de chuva para fins não potáveis em residências é uma alternativa que vem crescendo com o passar dos anos, pois provoca pouco ou quase nenhum impacto ambiental, se comparado com outras tecnologias. A água de chuva é uma importante fonte de água doce que pode perfeitamente ser usada para fins de resfriamento evaporativo, rega de jardins, lavagem de carros, calçadas e descargas no vaso sanitário, pois não requer grandes cuidados de purificação, apenas um certo grau de filtração. Segundo um estudo feito por Ghisi (2004), o potencial de economia de água tratada, obtido através da captação de água de chuva no setor residencial do país, pode variar de 48% para a Região Sudeste a até 100% para a Região Norte.

Uma outra técnica que também se mostra viável é a reutilização da água em residências, onde a água usada no lavatório, por exemplo, pode ser reutilizada para descargas do vaso sanitário. Embora esta técnica seja relativamente simples para se instalar em um empreendimento ainda em fase de construção, ela não parece ser ainda muito difundida no nosso país.



## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é estimar o potencial de economia de água tratada obtido a partir da implantação de um sistema de captação de água da chuva e de reuso de águas cinzas, para utilização em fins não potáveis, no Condomínio Santa Martha, localizado no bairro Trindade, cidade de Florianópolis – SC.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Na realização deste trabalho, almejou-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- estimar os usos finais de água do condomínio através de entrevistas junto aos moradores, levantamento das vazões dos diferentes equipamentos e obtenção de dados de consumo fornecidos pela CASAN;
- fazer análise de sensibilidade dos dados levantados para obter maior precisão nos usos finais;
- verificar o potencial de economia de água tratada obtido a partir da implantação de um sistema de captação de água da chuva no condomínio.
- analisar o potencial de economia de água tratada obtido através do reuso de águas cinzas;
- avaliar qual dos dois sistemas, ou se ambos ao mesmo tempo, proporcionaria maior economia de água tratada.

## **1.3 Estrutura do Trabalho**

O trabalho será dividido em cinco capítulos. Este primeiro capítulo introdutório aborda noções gerais sobre o tema a ser discutido, bem como o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho.

O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica a respeito da questão dos recursos hídricos no país e no mundo, do abastecimento de água no Brasil, dos usos finais de água, além de vários outros tópicos de relevante importância neste estudo.

No terceiro capítulo é descrita a metodologia utilizada para coleta, tratamento de dados e determinação dos potenciais de economia gerada através de um sistema de captação de água da chuva e de um sistema de reuso de águas cinzas.

Todos os resultados obtidos sobre o potencial de economia de água tratada, gerados a partir das duas soluções citadas anteriormente, serão apresentados no capítulo 4.

O quinto e último capítulo compreende as conclusões do estudo realizado.

CAPÍTULO 2

# **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## **2.1. A Questão da Disponibilidade de Água Potável no Cenário Mundial**

A água é indispensável para a manutenção da vida no planeta, pois ela é parte constituinte de todos os seres vivos. É através dela que se pode conceber a atmosfera, o clima, a vegetação, a agricultura e as reações celulares necessárias ao metabolismo da vida.

A importância dos recursos hídricos é tamanha que, de acordo com estudos realizados pela ONU, a água chega a ser considerada um bem econômico, pois a sua escassez pode estagnar o desenvolvimento regional ou provocar a degradação de recursos naturais, que por sua vez influenciam na saúde, no bem estar e na segurança de uma população inteira, bem como nas suas atividades sócio-econômicas (ANDREASI, 2003).

Conforme estimativas realizadas pela UNESCO (2004), cerca de 20% da população mundial não possui acesso à água potável, ressaltando, ainda, que aproximadamente 40% não têm sequer água suficiente para higiene pessoal e saneamento básico adequados.

Não há dúvidas de que o mundo está ficando cada dia mais pressionado pela dependência de água. Estima-se que nos próximos cinquenta anos a população mundial vai sofrer um incremento de mais três bilhões de pessoas. Prevê-se que, destas, a grande maioria vai nascer em países que atualmente já sofrem com problemas de escassez de água (BROWN, 2002 apud ANDREASI, 2003).

A Cidade do México é um dos lugares onde pode ser encontrado um dos exemplos mais dramáticos da exploração excessiva dos recursos hídricos. A extração de águas subterrâneas é tão intensa, que chega a exceder em 80% o potencial de recarga. Tudo isto origina uma crise definitiva, tendo em vista o fato de provocar o afundamento do solo na cidade. Estas conseqüências negativas serão irreversíveis (MUNDO DA ÁGUA, 2004).

Este problema atinge também várias localidades do globo. Segundo Tomaz (2001), em 1997, durante sete meses seguidos, o Rio Amarelo, localizado na China, não chegou ao mar. O Rio Nilo, conhecido mundialmente pela sua imensidão e grande potencial de vazão, em 1900 possuía uma descarga média de 85 km<sup>3</sup>/ano, enquanto que hoje este valor caiu para uma média de 52 km<sup>3</sup>/ano. A Arábia Saudita

está consumindo toda a sua água subterrânea a uma taxa de 7 bilhões de metros cúbicos por ano sendo que, neste ritmo, calcula-se que as reservas estarão inteiramente secas por volta de 2048.

O uso de águas subterrâneas para o abastecimento é uma opção bastante interessante, se feita de maneira consciente. Os primeiros vestígios da utilização das águas subterrâneas são de 12.000 anos antes de Cristo. Acredita-se que os chineses foram os primeiros a dominar a técnica de perfurar poços, e na Bíblia existem relatos de escavações para obtenção de água potável. Países como Arábia Saudita, Malta e Dinamarca são totalmente abastecidos por águas subterrâneas (SABESP, 2004).

Segundo perspectivas das Nações Unidas, pelo menos um terço da população mundial vai ficar sem água até 2050. Isto se deve, principalmente, ao fato de este ser um recurso finito e praticamente constante nos últimos 500 anos (TOMAZ, 2001). Em contrapartida, a população cresce rapidamente, aumentando cada vez mais a demanda por água. A situação toma proporções críticas quando se percebe que este crescimento populacional futuramente vai condenar milhões de pessoas ao que se tem chamado de “indigência hidrológica”, uma forma de pobreza da qual será muito difícil de se escapar.

Se forem analisados os números referentes à quantidade de água doce acessível ao consumo humano, sua qualidade e a sua distribuição no planeta, se perceberá que a escassez progressiva de água no âmbito mundial é a razão e o incentivo principal de diversas pesquisas no sentido de se estabelecer uma nova relação homem x água, onde sejam valorizados a preocupação e o uso racional deste recurso.

### **2.1.1 A Água Potável no Mundo Traduzida em Números**

Segundo Tomaz (2001), o volume total de água da Terra é de cerca de 1,386 milhões de quilômetros cúbicos, sendo que 97,5% deste valor corresponde à água salgada e apenas 2,5% é de água doce. Quanto à água doce, 68,9% estão congeladas nas calotas polares do Ártico, Antártida e regiões montanhosas, 29,9% correspondem às águas subterrâneas e 0,266% representam a porção correspondente aos lagos, rios

e reservatórios (significa 0,007% de todo o volume de água existente no planeta). O restante da água doce está na biomassa e na atmosfera sob a forma de vapor.

Esta água disponível não está uniformemente distribuída ao longo do globo. A Tabela 2.1 fornece os valores de produção hídrica no mundo, identificados por região. Percebe-se a importância da Ásia, pois ela aparece em primeiro lugar, seguida da América do Sul, com uma porcentagem também bastante expressiva.

**Tabela 2.1 – Produção Hídrica do Mundo, por Região (TOMAZ, 1998)**

<b>Regiões do mundo</b>	<b>Vazão média (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18,0
África	145.000	10,0
Europa	102.000	7,0
Antártida	73.000	5,0
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
<b>Total</b>	<b>1.448.000</b>	<b>100,0</b>

Um fator preocupante consiste na crescente dinâmica de consumo de água pelo mundo. A Tabela 2.2 mostra que o aumento populacional ocorrido ao longo dos últimos cinquenta anos influenciou no crescimento da demanda de água e, conseqüentemente, diminuiu a sua disponibilidade.

**Tabela 2.2 – Disponibilidade hídrica no mundo (1000m<sup>3</sup>/hab/ano) (WORLD WATER, 1992)**

<b>Região</b>	<b>1950</b>	<b>1960</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>2000</b>
África	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
Ásia	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
América do Sul	105	80,2	61,7	48,8	28,3
América do Norte	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
Europa	5,9	5,4	4,9	4,4	4,1
<b>Total</b>	<b>178,3</b>	<b>140,2</b>	<b>110,6</b>	<b>89</b>	<b>58,3</b>

Em diversas regiões do globo, a população ultrapassou o ponto em que podia ser abastecida pelos recursos hídricos disponíveis. Atualmente, cerca de 26 países, totalizando 262 milhões de pessoas, são considerados territórios onde há escassez de água. Como se não bastasse, verifica-se que a população cresce mais rapidamente em áreas onde há muita falta d'água. No Oriente Médio, por exemplo, nove países, dentre os seus quatorze existentes, sofrem com a escassez de água. Destes, seis terão a sua população duplicada nos próximos 25 anos. Constata-se, ainda, que aproximadamente 40% da população mundial vive em áreas onde há bacias hidrográficas compartilhadas, como Índia e Bangladesh, México e Estados Unidos, e República Eslovaca e Hungria. Este fato, em muitos casos, costuma gerar sérios conflitos (MANCUSO & SANTOS, 2003).

Com todo o aumento populacional que o nosso planeta vem sofrendo, há necessidade de se ter maior quantidade de alimentos. Estes, por sua vez, são diretamente dependentes da água. Atualmente, cerca de 480 milhões das 6 bilhões de pessoas do mundo estão sendo alimentadas com grãos que são produzidos com o uso insustentável de água (BROWN, 2002 apud ANDREASI, 2003).

As questões do saneamento básico e da poluição dos mananciais também aparecem inerentes a todo este contexto. São necessárias ações veementes e incentivos políticos para que se consiga conscientizar a população e se atinja um nível adequado de distribuição de água potável.

### **2.1.2 O Problema da Poluição das Águas e do Saneamento**

Segundo SABESP (2004), poluição é tudo aquilo que altera negativamente qualquer meio, criando condições adversas e prejudicando a saúde, a segurança e o bem estar das pessoas. A poluição das águas e a falta de saneamento são as principais causas das Doenças de Veiculação Hídrica, que provocam milhares de mortes anualmente.

Atualmente, 2,4 bilhões de pessoas, o que representa mais de um terço da população mundial, não têm acesso a serviços sanitários básicos e cerca de 1,1 bilhão de pessoas não têm acesso à água potável. Outras 2,2 milhões morrem todo o ano de doenças ligadas à água, a maioria em países em desenvolvimento, incluindo uma

média de seis mil crianças por dia. Para atingir o objetivo fixado pelas Nações Unidas durante a Cúpula de Johannesburgo, em 2002, 300 mil pessoas por dia teriam de ganhar acesso a fontes potáveis e completamente despoluídas até 2015. Segundo a UNESCO, esta meta não conseguirá ser cumprida (PNUD BRASIL, 2004).

Estima-se que cerca de 80% das doenças dos países em desenvolvimento (como o Brasil) são provenientes da água de qualidade ruim. As enfermidades mais comuns que podem ser transmitidas pela água são: febre tifóide, desintéria, cólera, diarreia, hepatite, leptospirose e giardíase (SABESP, 2004).

Ainda citando a SABESP (2004), água potável é aquela que é limpa e transparente, não contém microorganismos nem substâncias que possam transmitir doenças ao ser humano. A fim de se alcançar estes objetivos, as empresas de saneamento procuram retirar a água de lugares limpos e utilizam diversos produtos e tecnologias que controlam a qualidade da água, garantindo a saúde da população. Os produtos mais utilizados são: cal, cloro e flúor.

A falta de água, em condições adequadas para o consumo humano, no mundo pode encorajar o terrorismo futuramente. Esta idéia, que foi levantada durante o 3º Fórum Mundial da Água realizado em Kyoto, no Japão, em 2003, tem chamado a atenção de muitos especialistas. Segundo Mona El Kody, presidente da Unidade de Pesquisa Nacional de Água do Egito, a vida sem o acesso à água potável cria "um ambiente desumano" que leva à frustração e, a partir daí, ao terrorismo (BBC BRASIL, 2004). O mesmo artigo ainda revela que na Cisjordânia, por exemplo, a água potável precisa ser levada em caminhões, sendo bastante racionada. Afirma também que os rios asiáticos são os mais poluídos do mundo e que quase metade da população dos países pobres está exposta ao contato direto com água contaminada por resíduos industriais ou esgotos.

## **2.2. A Água Potável no Brasil**

O Brasil se apresenta como um país rico em termos de disponibilidade e abundância de água. Uma das grandes questões a ser analisada é a distribuição deste recurso e o seu uso de forma racional e consciente, sem que haja esgotamento das fontes ou desperdícios.



Deve-se atentar, também, para a poluição industrial no país, o uso indiscriminado dos mananciais, a falta de saneamento básico na maioria dos domicílios, a toxidade dos efluentes e o uso irracional de água. Todos estes fatores contribuem, e muito, para um colapso na oferta de recursos hídricos, situação esta, que o país poderá enfrentar muito em breve.

Estas questões importantes e também outras, como a demanda de água, a poluição das águas e a política brasileira de gestão de recursos hídricos, são as quais se pretende fazer uma análise nos tópicos subseqüentes.

### 2.2.1. A disponibilidade hídrica do Brasil

A idéia de que o Brasil é um país que tem uma grande disponibilidade hídrica é reforçada no fato de ele possuir, segundo Tomaz (2001), uma quantidade de água doce que corresponde a 12% do total mundial. Possui, também, grandes reservas de água em praticamente todos os Estados, excetuando-se aqueles que se localizam no semi-árido nordestino. Além disso, conforme os dados apresentados na Tabela 2.3, o Brasil ocupa posição de destaque dentro da América do Sul, possuindo 53% da vazão média de água.

**Tabela 2.3 – Vazão média de água do Brasil em comparação com o total dos outros países da América do Sul (TOMAZ, 1998)**

América do Sul	Vazão média	
	m <sup>3</sup> /s	porcentagem (%)
Brasil	177.900	53
Outros países	156.100	47
Total	334.000	100

Entretanto, apesar de abundante, a distribuição de água é bastante desigual entre as cinco regiões do país. Segundo Ghisi (2004), a Região Norte abrange 45% de área territorial e possui cerca de 69% da água disponível no país, para atender a apenas 8% da população. Estes e outros dados podem ser observados na Tabela 2.4, que considera a população brasileira do ano 2000. Percebe-se que os contrastes são

muito grandes, pois onde há maior concentração da massa populacional, a disponibilidade de água é muito pequena.

**Tabela 2.4 – Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do país (GHISI, 2004)**

<b>Regiões do Brasil</b>	<b>Área territorial (%)</b>	<b>Disponibilidade de água (%)</b>	<b>População (%)</b>
Norte	45	69	8
Nordeste	18	3	28
Sudeste	11	6	43
Sul	7	6	15
Centro-Oeste	19	15	7

É difundido, no mundo todo, um conceito que trata acerca da distribuição mundial do volume de água doce relativo ao número de habitantes. Ele é chamado de disponibilidade social de água e é medido em m<sup>3</sup>/hab/ano. Esta relação entre disponibilidade de água e população continua sendo de grande valia para estudos, estimativas e desenvolvimento de pesquisas. A UNEP – United Nations Environment Programme, adota uma classificação que é mostrada na Tabela 2.5.

**Tabela 2.5 – Classificação da disponibilidade de água proposta pela UNEP (UNEP, 2004)**

<b>Disponibilidade de água (m<sup>3</sup>/hab/ano)</b>	<b>Classificação</b>
maior que 20.000	muito alto
de 10.000 a 20.000	alto
de 5.000 a 10.000	médio
de 2.000 a 5.000	baixo
de 1.000 a 2.000	muito baixo
até 1.000	extremamente baixo

O Brasil possui uma disponibilidade hídrica em torno de 33.000 m<sup>3</sup>/hab/ano, sendo considerada muito alta, de acordo com a classificação da UNEP. Mas este valor já chegou a ultrapassar a casa dos 328.000 m<sup>3</sup>/hab/ano, em 1900, como mostra a Tabela 2.6. Conforme Tomaz (2001), o estado de Pernambuco é o que tem a menor

disponibilidade hídrica social do país (1.270 m<sup>3</sup>/hab/ano) e Roraima é o que tem a maior (1.506.488 m<sup>3</sup>/hab/ano).

**Tabela 2.6 – Disponibilidade de água no Brasil (GHISI, 2004)**

Região	Disponibilidade de água		
	(km <sup>3</sup> /ano)	Ano 1900	Ano 2000
		(m <sup>3</sup> /hab/ano)	(m <sup>3</sup> /hab/ano)
Norte	3.968	5.708.864	307.603
Nordeste	186	25.587	3.900
Sudeste	334	42.715	4.615
Sul	365	203.396	14.553
Centro-Oeste	879	2.353.814	75.511
Brasil	5.733	328.745	33.762

Em meio a todo este contexto, percebe-se que o Brasil está em uma posição privilegiada em relação aos demais países, pois além de possuir grande parte da água doce do mundo (cerca de 12%), possui, ainda, o maior rio do mundo (Rio Amazonas) e o maior reservatório subterrâneo de água do planeta (Aqüífero Guarani).

O Aqüífero Guarani tem uma área que se estende por cerca de 1,15 milhão de quilômetros quadrados, sendo a maior parte localizada sob o território brasileiro (71%), na região da Bacia Sedimentar do Paraná. Para se ter uma idéia do seu potencial hídrico, estima-se que este aqüífero contenha mais de 40 mil quilômetros cúbicos de água. Esta água é de excelente qualidade e seria suficiente para abastecer a atual população brasileira por quase 2.500 anos (UNIÁGUA, 2004).

Porém, apesar de o país possuir uma boa disponibilidade hídrica, percebe-se que a qualidade da água disponível para a captação e o tratamento está comprometida, devido aos mais diversos tipos de poluição. Os rios Madeira, Cuiabá e Paraguai, que banham grande parte da região amazônica e do Pantanal, já apresentam sinais de contaminação pelo mercúrio. Este é o metal utilizado nos garimpos clandestinos. Além disso, as poluições doméstica e industrial atingem os principais rios, lagos e represas das cidades brasileiras onde, hoje, vive grande parte da população, ocasionando uma série de problemas para a sociedade.

### **2.2.2. A poluição das águas no Brasil**

A questão do combate à poluição das águas no nosso país sempre foi um tanto quanto abandonada, pois se passaram anos sem que houvesse ações e controles efetivos dos níveis de poluição. Contudo, nos últimos anos, os cuidados com os recursos naturais, especialmente com a água, vêm aumentando aos poucos. Percebe-se que o setor industrial, que possui um potencial poluidor muito elevado, tem tomado mais cuidado com relação ao nível de toxicidade dos seus resíduos e quanto ao lançamento dos mesmos.

Este tipo de ação, aliado à aprovação de importantes leis de proteção ambiental, tem contribuído bastante no sentido de coibir a deterioração dos recursos naturais. O censo realizado em 1991 pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, por exemplo, apontava que apenas 1,15% dos municípios brasileiros tratava o seu esgoto em 1990. No ano de 2001, este índice chegou a 10%. Segundo um relatório divulgado em 2002 pela OMS - Organização Mundial de Saúde e pela UNICEF - Fundo das Nações Unidas para a Infância, intitulado "Alcançando a Meta de Água Potável e Saneamento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio", em 1990, 30% da população brasileira não tinha acesso a saneamento. Este valor caiu para 25% em 2002. Entretanto, a meta é reduzir esse número para 15% até 2015. E mais, em 1990, 17% da população não tinha acesso à água potável. Em 2002, a taxa caiu para 11%, e o país ainda precisa diminuir esse número para 8,5% até 2015 (PNUD BRASIL, 2004).

Entretanto, os resultados positivos obtidos nos últimos anos ainda não foram suficientes para mudar a situação atual do país. Uma pesquisa feita com uma amostragem de 1.821 municípios, totalizando 128 milhões de habitantes (71% da população do país), aponta que apenas 0,61% da população possui um atendimento ideal de água, ou seja, sem interrupções, dentro dos padrões de qualidade quanto à presença de coliformes fecais e com teor adequado de cloro (PNUD BRASIL, 2004). Esta ainda é a realidade do país e precisa ser mudada. Toda a questão da poluição tem que ser muito bem estudada e controlada para que seja possível, em um futuro próximo, oferecer água de qualidade para a população brasileira. A demanda de água potável no país também é um tema delicado e diretamente ligado à qualidade de água oferecida.

### 2.2.3. A demanda de água potável no país

Estima-se que a demanda dos recursos hídricos no Brasil esteja dividida da seguinte forma: em primeiro lugar vem o setor agrícola, que capta aproximadamente 72,5% do volume total, seguido pelo setor de abastecimento, com cerca de 18%, e por fim o setor industrial, com 9,5% (CARVALHO, 2004).

Informações contidas no último relatório do SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, datado de 2002, mostram como está dividido o consumo médio *per capita* de água nos Estados do Brasil. Pelos resultados do relatório, o Estado do Rio de Janeiro desponta em primeiro lugar, com 232 litros/hab/dia. As informações constam na Tabela 2.7, que também mostra que Pernambuco foi o Estado que menos consumiu no mesmo ano, com apenas 85 litros/hab/dia, aparecendo em último lugar da lista.

**Tabela 2.7 – Consumo médio *per capita* nos Estados do Brasil (SNIS, 2002).**

<b>Estado</b>	<b>Consumo (litros/hab/dia)</b>
Rio de Janeiro	232
Espírito Santo	193
Distrito Federal	188
Amapá	175
Roraima	167
São Paulo	166
Minas Gerais	143
Maranhão	142
Santa Catarina	129
Rio Grande do Sul	129
Goiás	127
Paraná	126
Rio Grande do Norte	116
Sergipe	114
Ceará	114
Tocantins	112
Paraíba	112
Bahia	112
Piauí	107

**Tabela 2.7 – Consumo médio *per capita* nos Estados do Brasil (SNIS, 2002)  
(cont).**

<b>Estado</b>	<b>Consumo (litros/hab/dia)</b>
Alagoas	107
Acre	104
Mato Grosso do Sul	103
Pará	98
Rondônia	96
Pernambuco	85

Segundo Adauto Santos, integrante da equipe que realizou a pesquisa, a análise dos dados acima foi feita baseada nas informações das prestadoras de serviço de saneamento regional e a explicação para a classificação está, principalmente, na cultura de cada Estado. O alto consumo verificado no Rio de Janeiro, por exemplo, é causado pelo turismo. Já Pernambuco está no fim da lista porque a situação crítica do semi-árido nordestino acaba impondo aos habitantes o costume de consumir pouca água.

Ainda fazendo referência ao diagnóstico dos serviços de água e esgoto realizado em 2002 pelo SNIS, verificou-se que o brasileiro está consumindo menos água a cada ano. De 1999 para 2002, a média caiu de cerca de 15,8 mil litros por domicílio por mês para aproximadamente 14,3 mil litros. A Tabela 2.8 mostra como estas médias de consumo estão distribuídas pelas cinco regiões do país.

**Tabela 2.8 – Índices de consumo mensal de água nas cinco regiões do Brasil (SNIS, 2002).**

<b>Região</b>	<b>Consumo mensal de água (m<sup>3</sup>/economia x mês)</b>
Norte	16,9
Sudeste	15,9
Centro-Oeste	14,5
Nordeste	12,6
Sul	12,0
Brasil	14,3

Foi apurado que uma das causas dessa queda foi a elevação das tarifas cobradas pelas prestadoras. A tarifa média cobrada no Brasil em 1999 era de R\$ 0,95 e subiu cerca de 30%, chegando a R\$ 1,24 em 2002. Todavia, estima-se que a principal causa desta queda de consumo seja a crise energética pela qual o país passou durante este período. O ápice desta crise ocorreu no ano de 2001, onde se fez necessário, até mesmo, o racionamento de energia elétrica. Toda esta situação veio a contribuir para uma diminuição do consumo de água.

#### **2.2.4. A Política Nacional de Preservação dos Recursos Hídricos**

Segundo Borsoi & Torres (2004), a primeira experiência brasileira no que diz respeito à política de conservação dos recursos hídricos, aconteceu na década de 30 e apresentava-se totalmente vinculada à questão agrícola. Em 1933 foi criada a Diretoria de Águas e, posteriormente, o Serviço de Águas, no Ministério da Agricultura. Todavia, o marco histórico ocorreu em 1934, com a criação do Código de Águas, que até hoje permanece em vigor.

O Código de Águas foi estabelecido pelo Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934 e tinha o objetivo de definir novos parâmetros de desenvolvimento, utilização e conservação dos recursos hídricos do país. Até aquela época, o uso das águas no Brasil era regido por uma legislação obsoleta e em desacordo com as necessidades e interesses da coletividade nacional (MMA, 2004).

Ainda de acordo com Borsoi & Torres (2004), esta etapa de administração dos recursos hídricos foi denominada de modelo burocrático, e o seu objetivo era fazer cumprir os dispositivos legais sobre águas. Houve uma segunda etapa, denominada de modelo econômico-financeiro, que era caracterizada por usar instrumentos econômicos e financeiros, por parte do poder público, para promover desenvolvimentos nacionais ou regionais. O modelo econômico-financeiro não teve uma atuação eficiente e não conseguiu atingir plenamente todos os seus objetivos, pois apresentava uma série de deficiências.

A política brasileira de recursos hídricos começou a evoluir mesmo a partir dos anos 80, onde discussões a respeito dos pontos críticos da gestão destes recursos se intensificaram. Em 1984, foi finalizado um estudo que fazia um diagnóstico das

bacias hidrográficas do país e, decidiu-se criar o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Em meio a tudo isso e, a partir da promulgação da Constituição de 1988, criaram-se condições para inaugurar uma terceira etapa de gestão e conservação de recursos hídricos, denominada modelo sistêmico de integração participativa (BORSOI & TORRES, 2004).

Atualmente, conforme a Constituição de 1988, os municípios têm o poder de administrar as políticas urbanas de desenvolvimento e devem fazer isso sob a orientação do Governo Federal. Essa é uma maneira que veio complementar a administração dos serviços de fornecimento de água, permitindo, assim, que fosse oferecido um serviço de qualidade e com muito mais abrangência.

Sobre o Ministério da Agricultura recai a responsabilidade da política de irrigação. Esta é feita através do Cadastro Nacional de Irrigantes, cuja finalidade é controlar as concessões de água (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2004).

A criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), em 1996, veio a contribuir no cenário nacional, pois ela possui as funções de regular e fiscalizar a comercialização e distribuição de energia elétrica, e também de controlar a demanda de água para a geração de eletricidade, ou seja, ela possui controle e jurisdição sobre a água represada em hidrelétricas (ANEEL, 2004).

Todavia, o passo mais importante foi dado com a aprovação da Lei Federal nº 9433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Esta lei também é conhecida como Lei das Águas e representa um marco institucional no país, pois ela traz consigo princípios, normas e padrões de gestão de água já praticados e difundidos em vários países (ANA, 2004).

São seis as diretrizes básicas que norteiam esta lei brasileira e, de acordo com Borsoi & Torres (2004), cita-se:

- a) A bacia hidrográfica é a unidade para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para a atividade de gestão destes recursos: tomando-se os limites da bacia como área a ser planejada, torna-se mais simples a realização de balanços hídricos, ou seja, este processo tende a facilitar a tomada de decisões de controle de demanda, conforme a disponibilidade



hídrica existente. A Lei nº 9433 ainda especifica que o controle dos recursos hídricos nas bacias deve ser feito pelos Comitês de Bacia Hidrográfica. Estes Comitês são compostos por representantes dos usuários, de organizações civis e do poder público. As suas funções principais são: promover debates, aprovar e acompanhar a execução de Planos de Recursos Hídricos, mediar conflitos e definir investimentos a serem feitos no setor (ANA, 2004).

- b) O uso múltiplo de mananciais: a adoção deste princípio de uso múltiplo defende o acesso aos recursos hídricos a todos os setores e em condições igualitárias, desde que este acesso seja feito de forma equilibrada e ponderada. Para isso, faz-se necessário um controle quantitativo e qualitativo efetivo dos usos de água.
- c) A água é um bem de domínio público, além de um recurso limitado e dotado de valor: essa definição é tomada como a base da Política Nacional de Recursos Hídricos. A partir desta idéia de reconhecimento do valor social e econômico da água, a sociedade é induzida a uma utilização racional deste recurso e, assim, passa a tomar consciência da importância de se preservá-lo.
- d) O gerenciamento dos recursos hídricos deve ser feito de forma descentralizada e participativa: uma gestão descentralizada defende que os governos locais e regionais devem ter autoridade para a tomada de decisões, isentando, assim, o Governo Federal e as capitais desta função. Já a gestão participativa tem o objetivo de incluir a sociedade organizada em geral e os próprios usuários na política de decisões referentes aos usos de mananciais.
- e) A água é de propriedade pública: este princípio defende que o seu gerenciamento deve ser feito com o devido controle social, sendo ele executado pelos Comitês de Bacias.

- f) Quando houver escassez de recursos hídricos, a prioridade no uso da água é para o consumo humano e dos animais.

A questão da água potável no país é tão delicada que, no Estado de São Paulo, 23 deputados estaduais criaram a Frente Parlamentar de Defesa da Água, que foi lançada no dia 22 de março de 2004, Dia Mundial da Água. Eles querem aprovar um projeto de lei que destina parte dos recursos das contas de água para os Comitês de Bacia. Segundo o deputado Sebastião Almeida (PT), coordenador do projeto, os recursos obtidos se destinarão exclusivamente para evitar o assoreamento das nascentes, incentivar o plantio de árvores para preservar reservas de água e outras atividades de uso sustentável. E mais, tudo isso deve ser viabilizado sem que o usuário tenha que desembolsar mais recursos, ou seja, não implicaria em aumento da conta de água (PNUD BRASIL, 2004).

Como a água potável é um bem que está se tornando cada vez mais escasso, o seu aproveitamento, controle e gestão devem estar em consonância com uma política de desenvolvimento sustentado. Política esta que, para ser eficiente, depende diretamente de um gerenciamento adequado dos recursos hídricos.

### **2.2.5. O Gerenciamento de Recursos Hídricos**

No que diz respeito à legislação, verifica-se que o país está evoluindo bastante no sentido do domínio e da preservação dos seus recursos naturais. Tudo isso foi conseguido ao longo dos anos, principalmente com a aprovação das Leis nº 9433, amplamente discutida anteriormente, e nº 9605 (lei de combate à poluição).

Todavia, é por meio de um gerenciamento eficaz dos recursos hídricos, da implementação de uma política eficiente e amparadora, e da mobilização da sociedade como um todo, que o país chegará a um patamar de uso racional e de desenvolvimento sustentável acerca da água disponível. Percebe-se a importância deste recurso e torna-se preocupante a estagnação que ele pode causar em toda uma população, caso ele venha a se tornar escasso.

Diante disso, a Lei nº 9433 definiu cinco instrumentos de gerenciamento de recursos, como sendo necessários à boa gestão do uso da água (BORSOI & TORRES, 2004). São eles:

- a) Plano Nacional de Recursos Hídricos: estabelece diretrizes gerais acerca do aproveitamento de água e consolida todos os planos diretores de recursos hídricos, ajustando-os conforme a evolução das necessidades. A sua elaboração é feita pela Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), do Ministério do Meio Ambiente.
- b) Outorga de direito pelo uso da água: este é um importante instrumento que tem como objetivos assegurar o controle, tanto quantitativo como qualitativo, dos usos de água e de promover o efetivo exercício dos direitos de acesso às mesmas. A outorga é o pilar central do uso racional dos recursos hídricos.
- c) Cobrança pelo uso da água: é a diretriz que tem o objetivo de evitar o desperdício e induzir a um aproveitamento racional, pois ela é necessária para se conseguir um equilíbrio entre a oferta e a demanda.
- d) Enquadramento dos corpos d'água em classes de uso: o objetivo deste instrumento é fazer a manutenção de um sistema de vigilância da qualidade da água. Esta classificação recebe o amparo da lei, principalmente a Lei nº 9605, de combate à poluição.
- e) Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos: é de grande valia para coletar, organizar, tratar, estudar e difundir dados referentes aos recursos hídricos brasileiros, no que diz respeito ao balanço hídrico, potencial, aproveitamento e gerenciamento. O seu bom funcionamento dependerá do bom gerenciamento dos recursos hídricos em nível regional.

### **2.2.6. Programas de Conservação de Água**

Aos poucos, a sociedade está tomando consciência de que o acesso à água tratada é tão importante quanto o acesso à nutrição e que ele depende, em grande parte, das ações de conservação promovidas por ela mesma. O incentivo à preservação dos recursos hídricos está assumindo características marcantes nos dias atuais, tendo em vista a vulnerabilidade deste bem em todo o planeta.

Em meio a este contexto, começam a surgir importantes programas de conservação dos recursos hídricos no país. Estes programas são constituídos basicamente por medidas e incentivos. As medidas são evoluções obtidas a partir da implantação de novas teorias e tecnologias que resultem em uma mudança de comportamento da sociedade, promovendo um uso sustentável da água. Já os incentivos são campanhas, educação pública, informações, tarifas e regras que venham a motivar o consumidor a adotar medidas conscientes (MONTIBELLER & SCHMIDT, 2004).

Atualmente, há no Brasil um programa que ganha destaque: o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA). Ele começou a ser delineado na década de 1980, mas não foi adiante por falta de incentivos. Por muito tempo restaram apenas algumas iniciativas associadas àquele esforço inicial, principalmente no sentido de se financiar pesquisas para o desenvolvimento de componentes que proporcionassem um baixo consumo de água. Somente em abril de 1997, finalmente foi instituído o programa no país. O seu objetivo principal é promover o uso racional da água nas cidades brasileiras sendo que, para isso, o programa define uma série de ações e instrumentos normativos e econômicos, com a finalidade de se obter resultados positivos de economia nos volumes de água consumidos nas áreas urbanas (PNCDA, 2004).

Regionalmente, um outro programa desponta e serve de exemplo para todo o país: o Programa de Uso Racional da Água (PURA), que possui suas atividades restritas ao Estado de São Paulo. Ele tem como objetivo principal garantir o fornecimento de água e a qualidade de vida da população. Para que isso seja possível, o PURA desenvolve uma série de atividades que buscam implantar e regulamentar leis que incentivem o uso racional de água, promover campanhas para

incutir idéias de uso racional na sociedade, implementar normatizações que padronizem o desenvolvimento e produção de equipamentos economizadores de água e, por fim, introduzir o programa no currículo das escolas das redes de ensino estadual e municipal de São Paulo (SABESP, 2004).

### **2.3. A Questão da Água Potável no Estado de Santa Catarina**

O Estado de Santa Catarina é um território que abrange cerca de 95,4 mil km<sup>2</sup>, estando localizado no sul do país. O seu tamanho é aproximadamente o mesmo de países como a Áustria, a Hungria, a Irlanda ou Portugal. A área deste Estado corresponde a 1,1% do Brasil e 16,6% da região sul (GOVERNO DE SC, 2004).

Com relação à questão hídrica, Santa Catarina possui uma rede hidrográfica extensa e bem distribuída ao longo do seu território. Verifica-se, também, a regularidade do seu regime pluviométrico, que se mostra razoavelmente bem distribuído durante todo o ano.

Contudo, a qualidade da água se encontra um tanto quanto comprometida. Há problemas de contaminação dos mananciais e a poluição e o desmatamento despontam como os principais agentes de deterioração das reservas hídricas no Estado. De acordo com dados da Secretaria do Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, é fato que a maior parte das bacias de Santa Catarina possui uma qualidade hídrica preocupante, algumas em maior, outras em menor grau.

#### **2.3.1. Dados relativos à Florianópolis**

O Município de Florianópolis está situado à leste do Estado e possui uma área territorial de cerca de 433km<sup>2</sup>, distribuída entre uma parte insular e outra continental. A sua população estimada para o ano de 2004 é de aproximadamente 387 mil habitantes (IBGE, 2004).

Florianópolis é bastante pobre em relação à disponibilidade de recursos hídricos superficiais. A maior parte dos rios de porte estão localizados em municípios

vizinhos, como, por exemplo, os rios Vargem do Braço e Cubatão, ambos em Santo Amaro da Imperatriz. O abastecimento de água também é bastante fragilizado, pois o mesmo depende diretamente destes rios, que vêm sofrendo com constantes impactos ambientais. Verifica-se, ainda, que em dias de forte chuva o nível de turbidez da água se eleva bastante, ocasionando uma série de problemas na captação, isto devido ao fato de a Estação de Tratamento de Água não possuir estrutura para tratar água com tais características (MAYER & SARTORATO, 1998 apud MONTIBELLER & SCHMIDT, 2004). Este problema de abastecimento, talvez pudesse ser minimizado se existissem adutoras intermediárias ou ampliações dos centros de preservação. Isso traria melhorias ao sistema e o deixaria mais independente e otimizado.

### 2.3.2. A Demanda de Água no Estado

Segundo dados do SNIS (2002), o consumo médio *per capita* medido pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), está em torno de 128 litros/hab/dia. A Tabela 2.9 apresenta este valor em comparação com algumas companhias de abastecimento do país. Para se ter um parâmetro de grandeza, a Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda que um bom número de consumo *per capita*, com economia de água e sem contaminação, esteja na casa dos 120 litros/hab/dia (SABESP, 2004). Já a Tabela 2.10 fornece estes índices de consumo médio *per capita* para algumas cidades de Santa Catarina.

**Tabela 2.9 – Consumo médio *per capita* (SNIS, 2002).**

<b>Companhia</b>	<b>Consumo médio per capita de água (litros/hab/dia)</b>
CEDAE/RJ	219
SABESP/SP	161
CORSAN/RS	130
CASAN/SC	128
SANEPAR/PR	125
SANEAGO/GO	121
CAERN/RN	118
EMBASA/BA	115
SANESUL/MS	113
COSANPA/PA	100

**Tabela 2.10 – Consumo médio *per capita* para algumas cidades do Estado de Santa Catarina (SNIS, 2002).**

<b>Cidade</b>	<b>Consumo médio per capita de água (litros/hab/dia)</b>
Tijucas	270
Pomerode	230
São Francisco do Sul	180
Gaspar	177
Governador Celso Ramos	175
Urussanga	164
Blumenau	159
Florianópolis	155
Brusque	130
Jaraguá do Sul	126
Orleans	120
São Bento do Sul	117
Rio Negrinho	107

Através da análise das Tabelas 2.9 e 2.10, percebe-se que o consumo médio *per capita* medido no Estado de Santa Catarina está ligeiramente acima da recomendação da ONU. Entretanto, verifica-se que cidades como São Bento do Sul e Rio Negrinho estão abaixo da casa dos 120 litros/hab/dia. A cidade de Rio Negrinho chega a apresentar um consumo médio duas vezes menor que a cidade de Tijucas. Florianópolis apresenta um valor mediano de consumo *per capita*: 155 litros/hab/dia.

#### **2.4. Usos Finais de Água**

Analisando-se o consumo de água em dispositivos hidráulicos e levando-se em consideração a sua relação com o consumo total de água de um determinado local, é possível determinar os usos finais do mesmo. Estudos como este, que identificam os usos finais de água em residências, estão sendo desenvolvidos e realizados no mundo todo. Eles estão em constante evolução e utilizam técnicas cada vez mais modernas, elaboradas e precisas.

As Tabelas 2.11 a 2.15 mostram os resultados de alguns estudos de consumo de água no meio residencial em diferentes países. Pode-se perceber que o uso de

água tratada para fins não potáveis atinge índices que variam de 48% e 55%. Isto significa que a água de chuva poderia perfeitamente substituir alguns pontos de água tratada em uma residência e proporcionar uma economia que varia entre 48% a 55%.

**Tabela 2.11 – Uso final de água tratada para consumo doméstico no Reino Unido (SABESP, 2004)**

<b>Ponto de Consumo</b>	<b>Uso Final (%)</b>
Bacia Sanitária*	37
Banho e lavatório	37
Lavagem de prato	11
Lavagem de roupa*	11
Preparação de comida e bebida	4
Total	100
* Total não potável	48

**Tabela 2.12 – Uso final de água tratada para consumo doméstico na Suíça (SABESP, 2004)**

<b>Ponto de Consumo</b>	<b>Uso Final (%)</b>
Bacia Sanitária*	40
Banhos	37
Cozinha	6
Bebidas	5
Lava roupas*	4
Limpeza de piso*	3
Jardins*	3
Lavação de automóveis*	1
Outros	1
Total	100
* Total não potável	51

**Tabela 2.13 – Uso final de água tratada para consumo doméstico na Colômbia (SABESP, 2004)**

<b>Ponto de Consumo</b>	<b>Uso Final (%)</b>
Ducha	30
Sanitário*	40
Limpeza*	15
Cozinha	5
Lava louças/mãos	10
Total	100
* Total não potável	55



**Tabela 2.14 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em Heatherwood (Boulder – Califórnia) (SABESP, 2004)**

<b>Ponto de Consumo</b>	<b>Uso Final (%)</b>
Bacia Sanitária*	26
Chuveiro	17
Banheira	2
Lavatório	15
Lava louças	3
Lava roupa*	24
Vazamento	12
Total	100
* Total não potável	50

**Tabela 2.15 – Uso final de água tratada para consumo doméstico nos EUA (TOMAZ, 2003)**

<b>Ponto de Consumo</b>	<b>Uso Final (%)</b>
Bacia Sanitária*	27
Banhos	17
Máquina de lavar roupa*	22
Máquina de lavar louça	2
Vazamentos	14
Torneiras	16
Outros	2
Total	100
* Total não potável	49

Percebe-se que no Brasil, de maneira geral, são poucos e recentes os estudos sobre consumo que enfatizam o uso final de água em edificações. As primeiras pesquisas neste sentido começaram a ser delineadas por volta de 1995, através de uma parceria entre o Instituto de Pesquisa e Tecnologia (IPT) da Universidade de São Paulo (USP) e a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

As Tabelas 2.16 e 2.17 mostram, respectivamente, os levantamentos obtidos para um apartamento da USP e para uma residência da Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano (CDHU). A análise da primeira tabela indica um consumo de água tratada para fins não potáveis de 44%, mas o levantamento feito pela CDHU revela um valor de apenas 19%, valor este muito abaixo dos estudos já realizados tanto a nível nacional quanto mundial.

**Tabela 2.16 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em um apartamento da USP (DECA, 2005)**

<b>Ponto de Consumo</b>	<b>Uso Final (%)</b>
Bacia Sanitária*	29
Chuveiro	28
Lavatório	6
Pia da cozinha	17
Máquina de lavar louça	5
Tanque*	6
Máquina de lavar roupa*	9
Total	100
* Total não potável	44

**Tabela 2.17 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em uma residência da CDHU (DECA, 2005)**

<b>Ponto de Consumo</b>	<b>Uso Final (%)</b>
Bacia Sanitária*	5
Chuveiro	54
Lavatório	7
Pia da cozinha	17
Máquina de lavar louça	3
Tanque*	10
Máquina de lavar roupa*	4
Total	100
* Total não potável	19

Vale ressaltar que para que se obtenha uma análise confiável do consumo de água e dos seus usos finais dentro de uma residência, é necessário que se efetue uma boa coleta de dados, que caracterize minuciosamente o ambiente a ser estudado. Dados como população, clima, pressão, vazão, frequência de utilização, situação sócio-econômica e produtos instalados devem ser analisados com atenção.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), através do seu grupo de estudos denominado Núcleo Orientado à Inovação da Edificação (NORIE), desenvolveu o Projeto Casa Alvorada. Por meio dele, chegaram-se aos valores de usos finais de água que estão apresentados na Tabela 2.18. Verifica-se que o valor encontrado para consumo de água tratada para fins não potáveis, 50%, está em consonância com a realidade.

**Tabela 2.18 – Uso final de água tratada para consumo doméstico para o Projeto Casa Alvorada, da UFRGS (MANO & SCHMITT, 2005)**

<b>Ponto de Consumo</b>	<b>Uso Final (%)</b>
Banho/higiene pessoal	36
Bacia Sanitária*	32
Beber/cozinhar	2
Lavagem de roupa*	12
Jardim*	4
Lavagem de louça	6
Lavagem de automóvel*	2
Outros	6
Total	100
* Total não potável	50

Santana (2004) realizou um estudo para determinar os usos finais de água em um condomínio residencial de Florianópolis, cujo os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 2.19. Percebe-se que os valores encontrados são próximos aos valores do estudo realizado na residência da CDHU, porém destoantes do que a maioria das literaturas apresenta. Já a Tabela 2.20, mostra um levantamento realizado por Kammers (2004) em 10 prédios do setor público, também na cidade de Florianópolis. Verifica-se que, neste caso, o consumo de água potável no vaso sanitário e no mictório representa a maior parcela de uso de água tratada para fins não potáveis nas edificações analisadas, variando de 44% a 84%.

**Tabela 2.19 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em um condomínio residencial em Florianópolis (SANTANA, 2004)**

<b>Ponto de Consumo</b>	<b>Uso Final (%)</b>
Bacia Sanitária*	14
Chuveiro	68
Lavatório	3
Cozinha	10
Lavagem de roupa e limpeza*	5
Total	100
* Total não potável	19

**Tabela 2.20 – Uso final de água tratada para bacia sanitária e mictórios de 10 edificações do setor público de Florianópolis (KAMMERS, 2004)**

Edificação	Usos Finais (%)		
	Bacia Sanitária	Mictórios	Total
BADESC	55,8	14,3	70,1
CELESC	31,9	32,8	64,7
CREA	23,0	47,0	70,0
DETER	66,6	---	66,6
EPAGRI	33,1	43,9	77
Secretaria da Agricultura	27,9	16,4	44,3
Secretaria de Educação e Inovação	70,0	14,3	84,3
Secretaria de Segurança Pública	78,8	---	78,8
Tribunal de Contas	36,4	45,9	82,3
Tribunal de Justiça	53,2	29,9	83,1
Média Geral	47,7	30,6	72,1

Percebe-se que a maioria dos levantamentos anteriormente mostrados apresenta um alto índice de uso de água tratada para fins que não necessitariam especificamente desta característica. Isto indica que, seguramente, pode-se fazer uso da água de chuva em bacias sanitárias, tanques, máquinas de lavar roupa, entre outros, proporcionando uma economia de água tratada e evitando que ocorram futuros problemas de abastecimento nas cidades.

## **2.5. Aproveitamento de Água de Chuva**

Em meio a toda a degradação que os recursos hídricos vêm sofrendo e aos conseqüentes problemas de escassez de água, que se agravam a cada dia, torna-se cada vez mais importante o gerenciamento eficaz deste recurso e o estudo de novas formas de se obter água. É neste contexto que o aproveitamento de água de chuva desponta como uma alternativa simples e economicamente atrativa de obtenção e suprimento de água.

O aproveitamento de água de chuva é uma medida que se enquadra nos princípios da construção sustentável, pois gera pouco impacto à qualidade ambiental, principalmente com relação aos recursos hídricos. Além disso, proporciona uma

economia no uso de água potável fornecida pela rede pública de abastecimento (SCHERER & FENDRICH, 2004).

Montibeller & Schmidt (2004) afirmam que a água pluvial pode ser aproveitada e utilizada com as mais variadas finalidades, como o uso doméstico, o industrial e o agrícola. Complementam, ainda, que a utilização desta técnica vem crescendo e se difundindo cada vez mais no mundo todo.

No meio residencial, a água de chuva pode ser utilizada para descargas de bacias sanitárias, tanques, resfriamento evaporativo, lavação de carros, rega de jardim, lavação de roupas, entre outras. Todavia, apesar de a água de chuva apresentar uma aparência de água pura e limpa, muitas vezes isso acaba não correspondendo à realidade. Em alguns casos, faz-se necessário um tratamento prévio de utilização, que pode variar de uma simples filtragem a uma desinfecção. Isso porque ela pode conter impurezas absorvidas da poluição atmosférica. A Tabela 2.21 mostra os diferentes níveis de qualidade da água de chuva exigidos conforme o uso, de acordo com o Group Raindrops (2002).

**Tabela 2.21 – Tratamento necessário para a água de chuva , conforme os seus diferentes usos (GROUP RAINDROPS, 2002)**

<b>Usos da Água de Chuva</b>	<b>Tratamento necessário</b>
Rega de plantas	Não é necessário tratamento prévio
Combate ao fogo e condicionamento de ar	É necessário que se mantenha os equipamentos de estocagem e distribuição em boas condições de uso
Lagoas, fontes, descargas de bacias sanitárias lavação de roupas e lavação de carros	É necessário um tratamento higiênico, pois há um possível contato do corpo humano com a água
Banho/piscina, consumo humano e preparo de alimentos	A desinfecção é necessária, pois a água é consumida direta ou indiretamente

Conforme Soares et al. (1999), a utilização da água de chuva torna-se atraente nos seguintes casos:

- em áreas de precipitação elevada;
- em áreas com escassez de abastecimento;
- em áreas com alto custo de extração de água subterrânea.

E mais, existem dois fatores positivos no uso de água de chuva em áreas urbanas, que são:

- redução do consumo de água potável;
- melhor distribuição da carga de água de chuva imposta ao sistema de drenagem urbana.

### **2.5.1. Aproveitamento de Água de Chuva no Mundo**

Tomaz (1998), relata que há indícios de que a humanidade sempre usou água de chuva. Durante muito tempo, as pessoas no mundo captavam a água de chuva conforme as suas necessidades, sendo que uns para a preservação dos seus mananciais e outros simplesmente para obter água para o consumo próprio. Existem inúmeras cisternas utilizadas para o armazenamento de água de chuva que foram escavadas em rochas e datam de até 3000 a.C. Um dos exemplos mais conhecidos é a fortaleza de Masada, em Israel, que possui dez reservatórios escavados em rocha, totalizando uma capacidade de armazenamento de 40 milhões de litros. Na Península de Iucatã, no México, existem cisternas que foram construídas antes da chegada de Cristóvão Colombo à América, e que ainda estão em uso.

Em muitos países da Europa, devido ao grande número de residências e empresas, incentiva-se a captação de água pluvial. Na Alemanha, por exemplo, cerca de 10% das residências já utilizam esta técnica (PNUD BRASIL, 2004). Na cidade de Hamburgo, cerca de 60% da água tratada que era utilizada para lavagem de aeronaves e em pinturas foi substituída por água pluvial (BELLA CALHA, 2005). Segundo Tomaz (2001), especialistas esperam que, até o ano de 2010, de toda a água utilizada pela Europa 15% seja proveniente da chuva. A mesma previsão aponta que, para a Alemanha, este índice chegue a 24%.

A China também possui boas experiências. No Planalto de Loess, Norte e Noroeste da China, as precipitações são muito baixas, há escassez de água subterrânea e a agricultura depende basicamente da chuva como fonte de água. Diante disso, são frequentes as experiências com coleta de água pluvial. Para amenizar este problema, o governo local criou e colocou em prática um projeto

batizado como “121”. Através dele, o governo incentiva e auxilia cada família a construir 1 (uma) área de captação de água, 2 (dois) tanques de armazenamento de água e 1 (um) lote para plantação de culturas comercializáveis. O projeto deu certo e solucionou o problema de escassez de água para 260 mil famílias (cerca de 1,3 milhão de pessoas) e 1,18 milhão de cabeças de animais (IRPAA, 2005).

Em Singapura há abundância de chuva, chegando a uma média anual de 2.370mm. Para aproveitar esta fartura, é incentivada substituição de água potável por água pluvial, quando for possível. Lá existem cerca de 56 indústrias que, juntas, utilizam 867 mil m<sup>3</sup> por mês de água industrial, somente empregando água da chuva (TOMAZ, 1998).

O Japão é um dos países que mais investe nessa área de estudo e aparece como o maior exemplo de utilização de água de chuva. Na cidade de Sumida foram construídos tanques subterrâneos com capacidade de aproximadamente 10m<sup>3</sup>, todos em locais estratégicos, para que a população utilize esta água para rega de jardins, combate a incêndios, etc. Em 1987 foi construída uma casa que é considerada como a precursora das estruturas que empregam sistemas completos de aproveitamento de água de chuva. A água é captada pelo telhado, armazenada em um tanque de 40m<sup>3</sup> e utilizada para descargas sanitárias, lavagem de roupas e até mesmo resfriamento dos quartos (GROUP RAINDROPS, 2002).

### **2.5.2. Aproveitamento de Água de Chuva no Brasil**

O desenvolvimento da captação e utilização de água de chuva no país já possibilitou inclusive a criação da Associação Brasileira de Manejo e Captação da Água de Chuva, que é responsável por reunir equipamentos, instrumentos e serviços sobre o assunto. De acordo com a Conferência Internacional de Captação de Água de Chuva, realizada no Brasil em 1999, no nordeste brasileiro foram construídos aproximadamente 20 mil novos reservatórios, entre os anos de 1997 e 1999 (MONTIBELLER & SCHMIDT, 2004).

A cidade de Guarulhos, em São Paulo, possui uma indústria de tingimento de tecidos que aproveita a água de chuva por meio de um telhado de 1.500m<sup>2</sup> e de um

reservatório de 370m<sup>3</sup>. Além disso, toda água utilizada por ela é reaproveitada em cerca de 60% (TOMAZ, 1999).

Um outro exemplo interessante é a chamada “Lavanderia da Paz”, uma lavanderia industrial que está localizada em São Paulo. Ela, há 30 anos, capta, processa e utiliza água pluvial nos seus processos de lavagem (SICKERMANN, 2005).

Marinoski et al. (2004) avaliaram o aproveitamento de água pluvial em um condomínio residencial de Florianópolis – SC, através da análise de dados de precipitação atmosférica da região e da área de cobertura do condomínio. Os resultados apontam que o volume de água da chuva com possibilidade de captação através dos telhados dos blocos do condomínio em questão poderia suprir 42,4% do consumo anual de água para fins não potáveis.

Santana (2004) também fez um estudo semelhante em outro condomínio residencial de Florianópolis e chegou à conclusão de que a água pluvial atenderia a demanda de 64,6% dos usos finais não potáveis, gerando um potencial de economia de água tratada bastante considerável.

Montibeller & Schmidt (2004), realizaram um estudo para avaliar o potencial de economia de água tratada obtido através da utilização de água pluvial em 66 municípios de Santa Catarina. O estudo foi baseado em dados fornecidos pela Companhia de Abastecimento de Água do Estado (CASAN), Empresa de Pesquisas Agropecuárias e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e IBGE. Os resultados mostraram que 57 municípios apresentaram um potencial de economia de água tratada igual ou superior a 50%, ou seja, este valor indica que praticamente toda a água pluvial captada seria suficiente para abastecer o consumo de água não potável das residências. A média dos 66 municípios ficou em torno de 74%.

Um levantamento realizado por Ghisi (2004) analisou, para as cinco regiões do Brasil, qual seria o potencial de economia de água tratada que poderia ser obtido utilizando-se água de chuva. Foram levados em consideração vários fatores, tais como população, precipitação, disponibilidade hídrica e área de coleta. Seus resultados apresentam valores que variam entre 48% para a Região Sudeste e 100% para a Região Norte. Ghisi et al. (2004), possuem um outro estudo que apresenta enfoque semelhante, mas os resultados se aplicam para 62 cidades de Santa Catarina.



Através dele foi possível, entre outros detalhamentos, mostrar qual seria a economia de água tratada passível de se obter na cidade de Florianópolis. Considerando-se as estações chuvosas e os períodos mais secos, concluiu-se que no mês de fevereiro seria possível economizar 73% de água tratada, contrastando com o mês de junho que possui a média mais baixa, apenas 27%.

### **2.5.3. Dados de Precipitação Atmosférica para Florianópolis**

Florianópolis é uma cidade que possui um alto índice pluviométrico, ultrapassando a casa dos 1.500 milímetros por ano. Chove bastante, principalmente durante os meses mais quentes do ano, promovendo as chamadas chuvas de verão. Elas são caracterizadas por serem intensas e de curta duração.

O Departamento Nacional de Meteorologia confeccionou um relatório que apresenta os valores de precipitação total de chuvas para Florianópolis, em um horizonte de 30 anos, de 1961 até 1990 (BRASIL, 1992). A Tabela 2.22 mostra estes valores retirados do relatório.

**Tabela 2.22 – Precipitação total para a cidade de Florianópolis – SC (BRASIL, 1992)**

<b>Mês</b>	<b>Precipitação total (mm)</b>
Janeiro	176,2
Fevereiro	197,2
Março	186,3
Abril	96,6
Maiο	96,9
Junho	75,2
Julho	94,6
Agosto	92,5
Setembro	126,8
Outubro	126,0
Novembro	129,1
Dezembro	146,2
<b>Anual</b>	<b>1543,9</b>

A análise da tabela anterior confirma que ocorre muita precipitação durante os meses de novembro a fevereiro, e que há um período de poucas chuvas entre abril e agosto. Percebe-se que Florianópolis possui um grande potencial pluviométrico que pode muito bem ser utilizado em substituição ao emprego de água tratada em alguns casos. Basta que se faça um projeto eficiente, com sistemas de captação adequados e que tenha um planejamento correto.

#### **2.5.4. Sistemas de Coleta**

Santana (2004) afirma que os sistemas de coleta de águas pluviais, em geral, apresentam alguns componentes em comum, denominados componentes primários, que são: superfícies de captação, reservatórios, mecanismos de filtragem e distribuição. Eles podem apresentar modificações e variações conforme os objetivos de cada projeto. Custos, materiais disponíveis, confiabilidade, precipitação atmosférica local e finalidade da água coletada são parâmetros fundamentais para a elaboração de um bom projeto de captação de água de chuva.

Basicamente, o sistema consiste em captar a água que cai no telhado, na varanda ou em uma laje. Deve-se tomar cuidado para que seja descartado um volume inicial de água considerado necessário à limpeza do telhado. A partir daí, essa água passa por um filtro para que sejam retiradas impurezas grosseiras e galhos. O passo seguinte é armazenar o conteúdo em uma cisterna apropriada.

A captação em áreas residenciais geralmente é feita através do telhado, sendo que o transporte é feito através de calhas. Já o dimensionamento dos tanques de armazenagem depende do volume de água a ser recolhido e, principalmente, do espaço disponível (SANTANA, 2004).

#### **2.5.5. Reservatórios de Água de Chuva**

A armazenagem da água de chuva deve ser feita em cisternas que garantam um padrão adequado de qualidade e evitem possíveis problemas de contaminação. Estes tanques de armazenagem podem ser construídos com os mais variados tipos de

materiais, dependendo do seu uso, capacidade volumétrica, custo e necessidades. Atualmente, os materiais comumente utilizados são: concreto, aço, madeira, fibra de vidro e polietileno. Todavia, é necessário respeitar uma condição básica na escolha do material: estanqueidade.

Stuart (2001) apud Marinoski et al. (2004) afirma que para volumes inferiores a 15.000 galões (56.700 litros), os tanques de polietileno e fibra de vidro apresentam melhor custo/benefício. Acima deste volume os tanques de concreto e aço possuem menor custo efetivo podendo, até mesmo, ser incorporados à estrutura da edificação.

Macomber (2001) apud Marinoski et al. (2004) relata que tanques de metal com forros plásticos apresentam baixo custo e facilidade de instalação, porém possuem menor resistência e durabilidade. Já os tanques de aço, apesar de apresentarem um bom balanço entre custo e durabilidade, padecem com problemas de oxidação e deterioração no seu interior. Os reservatórios de concreto são duráveis, mas não podem ser removidos ou reutilizados em outros locais. De todos os materiais disponíveis, os tanques de madeira são os que aparecem em desuso atualmente, principalmente por apresentarem problemas de estanqueidade e contaminação da estrutura. Reservatórios de fibra de vidro e polietileno são leves e resistentes a raios ultravioletas. Apenas merecem cuidado na hora da compra para que se tenha certeza que não foram feitos com materiais tóxicos. Ainda possuem a vantagem de serem pré-fabricados e são encontrados facilmente nas lojas de material de construção.

A manutenção não apenas do reservatório, mas de todo o sistema, deverá ser efetuada conforme as orientações da NBR 5674 – Manutenção de Edificações, disponível pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O bom desempenho do sistema dependerá da correta operação e manutenção do mesmo (SCHERER & FENDRICH, 2004).

## **2.6. Reuso de Águas Cinzas**

A reutilização de água não chega a ser um conceito novo, pois vem sendo praticado no mundo todo há muitos anos, embora em pequena escala ainda. Todavia, a demanda crescente por água e a sua projeção de escassez futura têm impulsionado

e motivado pesquisas no campo do reuso de água. Reuso significa, por exemplo, em uma residência, fazer com que a água servida de lavatórios, bacias sanitárias, chuveiro, máquinas de lavar louça e roupa e da cozinha seja direcionada para sofrer um tratamento adequado e uma redistribuição para descargas, rega de jardins, lavagem de piso e tantas outras atividades que podem ser feitas sem necessitar de água potável (FIORI et al., 2004).

O reuso de água, que até pouco tempo atrás era considerado como uma opção exótica e pouco difundida, começa a despontar como uma alternativa interessante e que não deve ser ignorada. Atualmente, percebe-se que as técnicas de tratamento de água distinguem-se cada vez menos das técnicas de tratamento de esgoto (MANCUSO & SANTOS, 2003).

Tem-se notícia de que o primeiro registro de reuso de água ocorreu na Grécia Antiga, onde a água era reutilizada para a agricultura. No século XIX, em Londres, fazia-se reuso de água a partir da implantação de coletores de esgoto. Entretanto, este reuso era feito de uma maneira pouco adequada e sem que houvesse um tratamento eficiente. Essa situação levou a grandes epidemias de cólera asiática e febre tifóide entre os anos de 1840 e 1850 (ASANO e LEVINE, 1996 apud SILVA et al, 2004).

O reuso de água compreende alguns conceitos importantes. Segundo Silva e Martins (2000), o reuso pode ocorrer de forma direta ou indireta, de ações intencionais ou não. Uma definição mais detalhada é apresentada a seguir:

- a) reuso indireto não planejado da água: ocorre quando a água, utilizada uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada à jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Caminhando até o ponto de captação para o novo usuário, ela está sujeita a ações naturais do ciclo hidrológico, tais como diluição e autodepuração.
- b) reuso indireto planejado da água: ocorre quando os efluentes são tratados e, posteriormente, descarregados de forma planejada em corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizados à jusante, de maneira controlada e visando algum objetivo benéfico. Este tipo de reuso também

pressupõe que haja um controle sobre eventuais novas descargas de efluentes que possam ocorrer durante o caminho, sempre assegurando que o efluente tratado venha a se misturar somente com efluentes de igual qualidade e padrão de tratamento.

- c) reuso direto planejado da água: ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são encaminhados diretamente do seu ponto de descarga para o local de reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso, por exemplo, de redes paralelas destinadas ao uso industrial, irrigação, recarga de aquífero, etc.
- d) reciclagem de água: é o reuso interno de água, antes que se faça a descarga da mesma em um sistema geral de tratamento ou em outro local de disposição. A reciclagem de água serve como fonte suplementar de abastecimento do uso original, sendo considerada como um caso particular do reuso direto.

Sobre a reciclagem de água, Mancuso e Santos (2003) afirmam que um reuso planejado direto de água para fins potáveis pode ser classificado como reciclagem, desde que os efluentes tratados sejam utilizados novamente pela mesma fonte que os produziu, ou seja, desde que se tenha um circuito fechado.

Tomaz (2001), afirma que, nos Estados Unidos, os termos reuso e reciclagem são usados como sinônimos em muitos casos. Explica, também, que a água de reuso ou reciclagem não é potável e, sendo assim, só poderá ser utilizada em descarga de bacias sanitárias, rega de jardins, uso industrial, etc. Por fim, complementa que a tubulação que conduz água de reuso ou reciclada deverá ser vermelha (normas da Califórnia) e ser identificada salientando-se que se trata de água não potável.

### **2.6.1. Casos de Reuso Doméstico de Água no Brasil e no Mundo**

O Japão é um país que investe bastante em estudos relacionados à água e ao seu uso sustentável. Lá, o reuso de água vem sendo feito com sucesso desde 1964. Um grande conjunto de edifícios comerciais, os escritórios Shinjuku, utilizam água de esgotos tratada para descargas em bacias sanitárias. Conforme dados de 1998, no Japão existem 1.830 locais onde são efetuados reuso. O custo da água potável é de US\$ 3,73/m<sup>3</sup> enquanto que a água de reuso sai por US\$ 2,99/m<sup>3</sup>, ou seja, a água de reuso custa cerca de 80% da água potável (TOMAZ, 2001).

A Austrália tem vários projetos de reuso em andamento. Um dos mais importantes, talvez o maior deles, é o de Rouse Hill, um bairro da cidade de Sidney. Neste bairro, que abriga cerca de 300 mil pessoas, a água é reutilizada para fins não potáveis, como descargas de vasos sanitários, lavagem de carros e irrigação ornamental. Os objetivos principais deste projeto são reduzir o consumo de água potável e diminuir o impacto ambiental causado pela descarga de esgoto no Rio Hawkesbury, que corre muito próximo do bairro (SILVA et al., 2004).

No Brasil, os primeiros estudos sobre reuso de água foram realizados pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), em 1992. Muitas indústrias já começam a reciclar água dentro da sua propriedade, através do tratamento e reutilização dos seus esgotos sanitários. Porém, o reuso doméstico é uma prática ainda não muito difundida dentro do país (TOMAZ, 2001).

Em São Paulo, o Movimento Habitacional Casa Para Todos implantou um sistema de reuso de água, em um edifício residencial, que consiste em uma filtração e uma desinfecção. Contudo, um grande problema foi encontrado: a aceitação por parte dos moradores. Somente após a apresentação pelo engenheiro responsável de um laudo técnico de análise da água os moradores pararam de reclamar sobre a qualidade da mesma (SILVA et al., 2004).

Em meio a tudo que foi exposto acima, percebe-se a importância de se fazer reuso de água, pois além de possuir grandes vantagens, favorece o meio ambiente. O reuso de água através do tratamento de esgotos, apesar de não ser uma técnica nova, só começa a ganhar mais adeptos nos dias de hoje. Uma opção bastante interessante

para viabilizar o reuso é fazer o tratamento de esgotos através de um sistema de zonas de raízes.

### **2.6.2. Tratamento de Esgotos por Zonas de Raízes**

O processo de reaproveitamento dos efluentes domésticos após tratamento biológico por zonas de raízes (wetlands) caracteriza-se por ser um tratamento complementar de fluxo horizontal, que necessita de um tratamento prévio com tanque séptico. Os sistemas de zonas de raízes recebem os efluentes domésticos que saem do tanque séptico e os fazem passar sob uma área de terreno que foi previamente preparada com o cultivo de determinada espécie vegetal (KUVIATKOSKI et al., 2004).

De acordo com Maciel (2003), as plantas escolhidas devem apresentar a característica de liberar oxigênio por suas raízes, possibilitando o desenvolvimento de bactérias hospedeiras que forneçam nutrientes para a vegetação, diminuindo a carga orgânica do efluente como, por exemplo, o nitrogênio e o fósforo. Através deste sistema é possível tratar localmente o esgoto doméstico evitando, assim, que ocorra poluição de cursos e fontes d'água, sendo possível reaproveitá-lo em atividades que não demandem o uso de água potável. É importante ressaltar que este é um sistema predominantemente biológico, não utilizando produtos químicos, equipamentos ou demanda de energia, e não produzindo metano. Com isso, não há o mau cheiro característico de processos anaeróbios.

Kuviatkoski et al. (2004) relata que dentre as desvantagens deste sistema, estão a limitação com relação à topografia do terreno e a necessidade de grandes áreas para a sua execução. Com relação às plantas a serem utilizadas, existem cerca de 150 espécies que possuem resultados satisfatórios no tratamento por zona de raízes. Dentre elas, destacam-se: *Pharabmites australis*; *Typha latifolia*; *Acorus calamus*; *Iris pseudocorus*; *Schoenaplectus lacustris*, *Papirus sp.*

Vale ressaltar a importância de se renovar periodicamente o tanque substituindo o substrato, pois a alta concentração de efluentes provoca uma saturação do mesmo através da ação do fósforo (MACIEL, 2003).

CAPÍTULO 3

**METODOLOGIA**



### **3.1. Introdução**

Através da análise do capítulo anterior, tem-se a exata dimensão do quanto os recursos hídricos vêm sendo degradados, seja devido ao descaso humano, seja pelo seu uso irracional e desperdício. Torna-se, então, fundamental a elaboração de projetos sustentáveis que primem pela preservação da natureza e manutenção dos seus recursos.

Percebe-se que não é muito usual, no Brasil, a utilização de água de chuva e a reutilização de águas servidas. Uma das razões que talvez justifique isso, é que a sociedade mostra uma certa resistência a mudanças e à utilização de novas tecnologias, além do que a disponibilidade hídrica atual do país é muito boa. Mas, deve-se pensar que, a médio prazo, o Brasil também sofrerá com problemas de abastecimento de água tratada. Em geral, a sociedade manifesta uma certa descrença até que se prove a total eficiência, viabilidade e segurança dessas novas técnicas. Verifica-se que em vários países, principalmente no Japão, Alemanha e Austrália, os estudos com esse foco encontram-se bastante avançados, conforme já foi citado anteriormente no capítulo 2.

Este trabalho tem justamente a função de verificar o potencial de economia de água tratada que pode ser obtido através da captação de água de chuva e de reuso de águas cinzas. Quando se fala em uso racional e economia de água, alguns pontos merecem importância, como: estimativas de uso final, precipitação atmosférica e área de telhado. É a partir destes fatores que se chegará ao potencial de economia obtido através da utilização destas duas técnicas, que é a meta deste trabalho.

### **3.2. Objeto de Estudo**

A obra em estudo é o Condomínio Residencial Santa Martha, situado à Rua Lauro Linhares, número 1670, bairro Trindade, cidade de Florianópolis – SC. Este Condomínio, inaugurado em 1981, é composto por três blocos de apartamentos. Cada bloco possui 4 pavimentos, contendo 4 apartamentos de 3 quartos em cada pavimento, exceto o bloco B, que além disso possui um apartamento de cobertura.

Sendo assim, o bloco A possui um total de 16 apartamentos, bem como o bloco C. Já o bloco B possui 17 apartamentos. O Condomínio todo é composto por 49 apartamentos, sendo que a sua fachada principal está apresentada na Figura 3.1. Todos os apartamentos encontram-se habitados, menos a cobertura do bloco B, que é uma kitinete. Por muitos anos ela serviu de residência para o zelador, entretanto a mesma está desocupada desde dezembro de 2004.



**Figura 3.1 – Fachada principal do Condomínio – vista do blocos A e B**

O terreno do Condomínio possui uma certa declividade, estando localizado o bloco A em cota inferior ao bloco B, e estes também ao bloco C, conforme pode ser percebido na Figura 3.1. As garagens de cada bloco situam-se nos respectivos pavimentos térreos. Quase todos os apartamentos possuem a sua garagem, mas há um apartamento por bloco que não possui. O Condomínio não tem uma entrada principal, sendo que cada um dos blocos possui o seu acesso próprio, tanto para veículos como para pedestres.

Através de visitas realizadas *in loco*, percebeu-se que foram utilizadas telhas de fibrocimento nas coberturas de cada um dos três prédios. Verificou-se a existência de calhas de concreto impermeabilizadas para a captação de água de chuva nas coberturas, e também de condutores verticais de PVC, com 100mm de diâmetro, totalizando um número de quatro por prédio. Estes estão localizados no centro de

cada calha e são ligados diretamente à rede de escoamento de águas pluviais, sendo que não há e nem nunca houve qualquer tipo de aproveitamento de água pluvial. Todos estes detalhes podem ser visualizados nas Figuras 3.2 a 3.4. Percebe-se o quanto o telhado e os condutores verticais estão sujos e cheios de limo. Isto diminui a seção transversal dos condutores verticais, dificultando o escoamento da água pluvial.



**Figura 3.2 – Vista geral do telhado do bloco A**



**Figura 3.3 – Vista do beiral do telhado, mostrando a calha de concreto impermeabilizada e o rufo**



**Figura 3.4 – Vista de um condutor vertical, de seção 100mm, tomado pela sujeira proveniente do tempo de uso**

### **3.3. Levantamento de Dados**

Fez-se necessário uma série de levantamentos de dados, a fim de se estimar o consumo por usos finais. Esta coleta foi realizada por meio de entrevistas, medições de vazão, leituras de hidrômetro, entre outros. Os levantamentos foram feitos no período de verão, entre os meses de dezembro de 2003 e fevereiro de 2004.

#### **3.3.1. Entrevistas**

A primeira parte do trabalho consistiu em realizar entrevistas com os moradores do Condomínio. A idéia inicial era obter um levantamento preciso, o qual seria possível através de entrevista com todos os moradores. Todavia, no desenrolar desta etapa de trabalho, verificou-se a dificuldade de se conseguir contactar com todos os habitantes. Por ser período de férias, alguns apartamentos estavam fechados, com os seus moradores viajando. Havia, também, um fluxo de pessoas efetuando mudanças (algumas entrando e outras saindo do Condomínio). Além disso, de maneira geral percebeu-se que as pessoas não estavam muito receptivas e dispostas a

participar deste estudo. Das que colaboraram, a maioria absoluta preferiu coletar o questionário e responder quando tivesse tempo. Isso contribuiu para que as respostas pudessem conter algum grau de imprecisão, além do quê, várias das pessoas não devolveram o questionário.

Diante de tudo isso, optou-se em realizar a pesquisa por amostragem. Calculou-se uma população que seria representativa, considerando um certo valor de erro amostral. Segundo Barbetta (2003), é possível determinar uma amostra que represente um determinado número de pessoas através da Equação 3.1.

$$n \geq \frac{n_0 \cdot N}{n_0 + N} \quad [\text{Eq. 3.1}]$$

Onde:  $n_0 \geq \frac{1}{\varepsilon_0^2}$ ;

N é o número total de pessoas;

$\varepsilon_0$  é o erro amostral desejado (entre 1 e 20%);

n é o tamanho da amostra a ser utilizada.

Barbetta (2003) sugere, ainda, que uma amostra bastante significativa seria aquela em que o erro amostral adotado estivesse entre 1 e 4%. Contudo, preferiu-se adotar um valor de erro um pouco maior, cerca de 12%, para que a amostra apresentasse um número de usuários compatível com o número de pessoas em que foi possível aplicar o questionário.

Em suma, foram aplicados dois tipos de questionário. Em um deles foram coletados dados para todo o tipo de utilização de água, tanto coletivo quanto individual, sendo aplicado às pessoas que utilizavam o banheiro, a cozinha e efetuavam limpeza do apartamento. O outro restringia-se apenas às pessoas que utilizavam o banheiro (somente uso individual).

Sempre quando possível, procurou-se coletar dados da maneira mais estratificada, ou seja, tentou-se aplicar o questionário em pelo menos um apartamento por andar, de todos os três blocos. E mais, procurou-se diferenciar os

apartamentos em que moravam famílias dos que moravam estudantes, pois neste último caso todos os moradores faziam uso da cozinha e realizavam limpeza do apartamento, enquanto que no caso anterior uma ou duas pessoas se mostravam responsáveis por estas atividades.

Como a maioria dos dados coletados distinguia frequência de utilização dos aparelhos durante a semana e durante o final de semana, foi necessário realizar uma média ponderada para cada morador. Estes dados de frequência de utilização dos dispositivos da cozinha e durante a limpeza do apartamento (uso coletivo de água) eram igualmente distribuídos entre todos os moradores quando se tratava de um apartamento familiar, ou eram dados pela soma dos valores de cada morador quando se tratava de uma república de estudantes.

O resultado desta etapa consistiu em obter valores que representaram a frequência e o tempo de utilização de cada dispositivo por morador onde, a partir daí, efetuaram-se médias por apartamento, por bloco e para o Condomínio.

### **3.3.2. Medições de Vazão**

Após a obtenção das entrevistas, a etapa seguinte do trabalho foi a realização das medições de vazão nos dispositivos. *A priori*, desejava-se fazer esta medição no maior número de apartamentos possível. Porém, diante do que já foi exposto anteriormente, mediu-se a vazão dos aparelhos do apartamento 402 do bloco A e considerou-se como padrão para todos os demais.

O método adotado para levantar as vazões de chuveiros e torneiras foi o de se utilizar um recipiente com volume conhecido, medir o tempo que o mesmo levava para encher e, a partir daí, calcular as vazões desejadas. Foi utilizado um recipiente cilíndrico com capacidade de 350 mililitros e, ao efetuar as medições, procurou-se abrir os dispositivos da mesma maneira, ou seja, com a mesma abertura. Para tanto, meia volta foi a abertura tomada como padrão.

Vale ressaltar que não foi medida a vazão do vaso sanitário. Para que isto fosse possível, seriam necessários equipamentos especiais, que infelizmente não se

dispunha. Com isso, conforme especificações da norma brasileira NBR 5626 – Instalações Prediais de Água Fria, adotou-se o valor de 1,70 litros/s (ABNT, 1998).

### **3.3.3. Dados de Consumo Obtidos através da CASAN**

O consumo total de água do Condomínio foi obtido por meio dos cadernos de balancetes, que são guardados e estavam devidamente arquivados. Nestes cadernos encontram-se anexadas as faturas de cobrança emitidas pela companhia de fornecimento de água, no caso a CASAN. Escolheu-se o período de medição que vai de março de 2002 até novembro de 2003, devido à facilidade de obtenção destes balancetes. As contas de água do ano de 2004 estavam em posse da Administradora de Condomínios, o que dificultou o acesso às mesmas. Vale destacar que o Condomínio possui três hidrômetros, um por bloco.

### **3.3.4. Monitoramento dos Hidrômetros**

Foi realizado um monitoramento de consumo de água quase que diariamente nos hidrômetros do Condomínio. O período utilizado para realizar este acompanhamento foi de 29 de novembro de 2004 a 13 de dezembro de 2004. Esta etapa permitiu conferir a média de consumo diário *per capita* e comparar esta média entre os três blocos.

## **3.4. Estimativa do Consumo de Água nos Dispositivos**

Após efetuadas as medidas de frequência e tempo de uso dos dispositivos através das entrevistas, para cada morador, foram determinados os consumos de água em cada aparelho. Este cálculo de consumo consiste basicamente no produto dessas medidas pela vazão de cada aparelho. A Equação 3.2 mostra o cálculo de consumo feito para chuveiros, vasos sanitários, torneiras da pia e torneiras do tanque.

$$C = f \cdot t \cdot Q \quad [\text{Eq. 3.2}]$$

Onde: C é o consumo diário no chuveiro, vaso sanitário, torneira da pia ou torneira do tanque (litros);

f é a frequência de uso (número de vezes por dia);

t é o tempo de uso do dispositivo (s);

Q é a vazão (litros/s).

O cálculo de consumo de água por morador para cocção de alimentos resumiu-se ao produto entre a frequência diária com que se cozinhava pela quantidade de água utilizada para o preparo dos alimentos, conforme apresentado na Equação 3.3. Já para a utilização da máquina de lavar roupas, o consumo do aparelho foi calculado através do produto da frequência diária pela capacidade da máquina (levando-se em consideração o número de ciclos da mesma), que era informada pelos próprios moradores. Este cálculo aparece na Equação 3.4.

$$C = f \cdot q \quad [\text{Eq. 3.3}]$$

Onde: C é o consumo diário de água para cocção de alimentos (litros);

f é a frequência de uso (número de vezes por dia);

q é a quantidade de água utilizada para cozinhar (litros).

$$C = f \cdot c \quad [\text{Eq. 3.4}]$$

Onde: C é o consumo diário de água da máquina de lavar roupas (litros);

f é a frequência de uso (número de vezes por dia);

c é a capacidade da máquina de lavar roupas (litros).



### **3.5. Análise de Sensibilidade**

Como já foi explanado anteriormente, a grande maioria dos entrevistados preferiu responder sozinho o questionário, alegando falta de tempo, e entregá-lo posteriormente. Este fato contribuiu para que houvesse algumas dúvidas nas respostas dos usuários, o que pode acarretar erros durante as estimativas de consumos dos aparelhos. Para avaliar qual a influência de uma resposta duvidosa no resultado final, realizou-se uma análise de sensibilidade. Esta análise consiste em fazer variar a frequência e o tempo de uso dos dispositivos, sempre em intervalos adequados. Assim, pode-se verificar a influência de cada dispositivo sobre o consumo final.

Este tipo de análise já foi realizado anteriormente no estudo de Kammers (2004), onde o objetivo da pesquisa foi determinar os usos finais de água em edifícios públicos de Florianópolis – SC.

Diante disso, para o vaso sanitário fez-se variar a frequência de utilização do mesmo de +3 a -3 vezes, em intervalos de uma vez. Variou-se, também, a vazão deste dispositivo de +0,6 litros/s a -0,6 litros/s, em intervalos de 0,2 litros/s. Para o chuveiro, a variação realizada foi na duração do banho, que ocorreu de +6 minutos a -6 minutos, em intervalos de 2 minutos. A torneira da cozinha também recebeu variações no seu tempo de uso exatamente como foi feito com o chuveiro.

Essa análise de sensibilidade foi aplicada para os apartamentos que possuíam o maior e o menor consumo *per capita* e para a média de cada bloco. À medida que era realizada esta análise, verificava-se a diferença que ocorria no consumo e, assim, concluía-se quais eram as influências de cada dispositivo.

### **3.6. Estimativas de Usos Finais**

As primeiras estimativas de usos finais foram feitas, em porcentagem, para cada morador, por apartamento, por bloco e para o Condomínio em geral. Estas estimativas foram realizadas com base nos consumos dos dispositivos calculados como citado no tópico 3.4. Posteriormente, foi realizado um levantamento, em litros,

do consumo total de água para cada bloco e para o Condomínio, a partir dos dados fornecidos pela concessionária local.

Feitas estas duas análises, efetuou-se uma comparação entre os consumos estimado e real, a fim de se verificar a ocorrência de discrepâncias. Caso houvesse uma diferença significativa, o erro era atribuído ao dispositivo de maior sensibilidade.

### **3.7. Estimativa do Volume do Reservatório de Água da Chuva**

Para definir qual seria o volume ideal de reservatório para captação de água de chuva, é necessário saber onde ela pode ser usada em substituição à água tratada. De acordo com o Group Raindrops (2002), a água pluvial pode ser utilizada, no meio residencial, em descargas de bacias sanitárias, lavação de roupas, tanques, rega de jardins, resfriamento evaporativo, etc. Para o caso do Condomínio em questão, considerou-se a utilização de água de chuva em lavação de roupas, no uso em torneiras de tanques e em descargas sanitárias. Sendo assim, um volume de reservatório adequado seria aquele que suprisse totalmente a demanda de água nos itens acima. Entretanto, nem sempre isso é viável, devido a limitações construtivas, espaciais e econômicas.

O algoritmo base do Programa Netuno (2004) foi utilizado para testar vários volumes e optar pelo mais apropriado. Este programa utiliza uma base de dados que contém precipitações dos anos de 2000, 2001 e 2002 para a cidade de Florianópolis.

Primeiramente foi feito um levantamento, por bloco, que mostrou qual a porcentagem de água de chuva que pode ser utilizada nos pontos de consumo anteriormente descritos. Esta porcentagem corresponde à soma das parcelas de usos finais nestes dispositivos em que a água tratada pode ser substituída pelo uso da água de chuva, conforme apresentado na Equação 3.5. O passo seguinte foi utilizar o Programa Netuno, a partir de uma entrada de dados que possuía as seguintes variáveis: porcentagem de água tratada a ser substituída por água de chuva, quantidade de moradores, área de telhado, volume de reservatório, coeficiente de perdas e demanda de água.

Desta forma, foi possível verificar a análise feita pelo Netuno e escolher qual reservatório possuía uma relação volume *versus* eficiência mais conveniente. O processo de escolha consistiu em fazer variar o volume do reservatório, sendo que a cada variação realizada, o programa calculava uma nova porcentagem de economia de água tratada. A escolha do reservatório foi feita quando a variação de volume do mesmo promovia um incremento igual ou inferior a 0,5% no potencial de economia de água tratada. É importante observar que todo este processo foi feito separadamente para os blocos A, B e C. Com isso, e a partir da verificação do espaço disponível no entorno das edificações, concluiu-se qual seria o volume ideal do reservatório.

$$P_C = P_{LR} + P_T + P_{VS} \quad [\text{Eq. 3.5}]$$

Onde:  $P_C$  é a porcentagem de água de chuva que pode ser utilizada em substituição à água tratada (%);

$P_{LR}$  é a parcela de uso final correspondente à lavagem de roupas (%);

$P_T$  é a parcela de uso final correspondente à torneira do tanque, no que diz respeito tanto à limpeza do apartamento quanto à limpeza de roupas (%);

$p_{VS}$  é a parcela de uso final correspondente ao vaso sanitário (%);

Vale ressaltar que todo este processo de cálculo foi realizado para determinar os volumes dos reservatórios inferiores de cada bloco, ou seja, das suas respectivas cisternas. Ainda se faz necessária a determinação dos volumes dos reservatórios superiores. Para isto, tomou-se como fator determinante nessa escolha, o volume diário de água dado pela soma correspondente à utilização do vaso sanitário, da torneira do tanque e do processo de lavagem de roupas. A quantidade de água consumida por estes dispositivos indica qual deve ser o volume dos reservatórios superiores de cada bloco.

### 3.8. Estimativa do Volume do Reservatório de Água de Reuso

Para o estudo realizado no Condomínio Santa Martha, considerou-se que a água servida em chuveiros, lavatórios e lavação de roupas, poderia ser reutilizada no vaso sanitário, conforme é mostrado na Equação 3.6.

$$P_R = p_{CH} + p_{LV} + p_{LR} \quad [\text{Eq. 3.6}]$$

Onde:  $P_R$  é a porcentagem de água passível de ser reutilizada (%);

$p_{CH}$  é a parcela de uso final correspondente ao chuveiro (%);

$p_{LV}$  é a parcela de uso final correspondente ao lavatório (%);

$p_{LR}$  é a parcela de uso final correspondente à lavação de roupas (%);

Para definir o volume do reservatório inferior de água de reuso, foram efetuadas comparações entre a soma dos valores de usos finais do chuveiro, do lavatório e da lavação de roupas com o valor da parcela de uso final do vaso sanitário, todos em porcentagem. Este processo permite avaliar a porcentagem de água tratada que pode ser economizada utilizando-se água de reuso e, por conseguinte, auxilia na determinação de um volume adequado de reservatório.

O ideal é que se consiga armazenar todo o volume de água passível de ser reutilizada. Sendo assim, toma-se como fator determinante neste dimensionamento a quantidade de água consumida diariamente no chuveiro, no lavatório e na lavação de roupas. Se a soma destes consumos for maior que a água utilizada no vaso sanitário, adota-se volume de água utilizada no vaso sanitário como capacidade volumétrica do reservatório. Caso contrário, a definição do volume leva em consideração o consumo referente à soma dos usos finais de chuveiro, lavatório e lavação de roupas.

Esta etapa de cálculo foi realizada separadamente para cada bloco e, após análise dos resultados obtidos, chegou-se a volumes apropriados de reservatórios para cada um dos três casos.

O dimensionamento dos reservatórios superiores segue exatamente o mesmo processo realizado para os reservatórios inferiores. Isto significa que ambos possuirão a mesma capacidade volumétrica.

### **3.9. Estimativas dos Volumes dos Reservatórios Considerando Utilização Simultânea dos dois Sistemas**

No caso de uma utilização simultânea dos dois sistemas, o processo de dimensionamento deve definir uma ordem prioritária de consumo de água. Para o estudo em questão, definiu-se que a água proveniente do reuso seria a primeira a ser utilizada. Posteriormente, faria-se o uso da água pluvial e, quando os reservatórios de cada um destes dois sistemas estivessem esgotados, a água tratada seria consumida.

A partir do estabelecimento desta ordem de consumo de água, o primeiro passo do dimensionamento é subtrair a quantidade de água que está sendo armazenada para reuso (conforme definido no item 3.8) da quantidade de água tratada que pode ser substituída pelo uso de água pluvial (apresentada através da Equação 3.5). Todo este processo deve ser feito para cada bloco e utilizando-se os valores de usos finais.

Sendo assim, os reservatórios de reuso não possuirão alteração volumétrica, apenas os reservatórios de água pluvial, que sofrerão um novo dimensionamento de forma a otimizar os seus resultados de armazenamento de água. O cálculo dos volumes dos reservatórios de água de chuva segue os mesmos procedimentos anteriormente citados no item 3.7, mas levando-se em conta a nova porcentagem de água pluvial a ser utilizada em substituição à água tratada.

### **3.10. Análise Econômica**

Após todo o estudo acerca do potencial de economia de água tratada obtido, percebeu-se a importância de se fazer uma análise complementar que mostrasse os custos de implantação destes dois sistemas de obtenção de água, para que fosse possível fazer um estudo de viabilidade econômica.

Sendo assim, realizou-se um levantamento dos materiais que seriam utilizados e, posteriormente, uma estimativa de custos e de mão-de-obra. O levantamento de preços dos materiais foi feito em três grandes lojas da cidade, sendo que foi apresentado apenas uma média dos valores orçados. Já a pesquisa de preços de mão-de-obra foi feita com uma empreiteira especializada em execução de projetos hidro-sanitários. Segundo informações do responsável técnico desta empresa, há duas formas de se contratar este tipo de serviço. A primeira é através da confecção de um contrato de prestação de serviços onde ambas as partes, contratante e contratado, definem o serviço a ser executado e o custo de execução. A outra forma é através do pagamento por hora trabalhada. Optou-se em fornecer o custo por hora trabalhada, pois entende-se que assim ter-se-á um orçamento mais amplo.

Considerou-se, também, o custo de implantação das zonas de raízes. O tamanho da área a ser implantada foi calculado de acordo com o que recomenda Oliveira (2005). Segundo ela, há necessidade de 0,8 m<sup>2</sup> de área por pessoa e o custo levantado é de R\$49,00/m<sup>2</sup>.

Vale ressaltar que o consumo de energia gasto com as novas moto-bombas também foi considerado. Os prédios atuais possuem moto-bombas de 1,5CV, sendo que as novas a serem implantadas serão de ¾” e funcionarão 5h/dia. Sendo assim, calculou-se o novo gasto, que é dado pelo produto entre a potência da moto-bomba, o tempo diário de utilização (5h/dia, conforme já vem sendo realizado), a quantidade de dias em um mês (30 dias) e o custo do KWh da CELESC (0,337220 R\$/KWh). Este gasto foi incluído no custo de cada sistema.

Com isso, conseguiu-se determinar o custo de implantação de um sistema de coleta de águas pluviais, o custo de implantação de um sistema de reuso de águas servidas e qual seria o montante gasto se a opção fosse a de se utilizar os dois sistemas simultaneamente. Vale observar que não se pretende implantar esses sistemas no Condomínio. A análise econômica servirá como indicador de custos para novas edificações.

A segunda etapa da Análise Econômica foi a realização de um estudo que mostrou, através de um *payback* simples, qual seria o período de retorno dos investimentos realizados em cada um dos três sistemas possíveis.

Primeiramente, verificou-se o consumo médio diário *per capita* de cada bloco, dado pela Equação 3.7. Com estes valores estimou-se o gasto atual, ou seja, sem nenhum tipo de sistema economizador de água, para cada bloco, conforme mostrado na Equação 3.8. Finalmente, considerando os percentuais de economia de água tratados obtidos em cada caso, o número de apartamentos por bloco e um mês hipotético de 30 dias, foi possível determinar qual seria o novo custo de água dos blocos, de acordo com o que é apresentado na Equação 3.9.

A diferença entre  $C_1$  e  $C_2$  indica a economia, em reais, obtida. O custo de implantação de cada sistema, ao ser dividido pelo valor que representa a economia obtida, fornece o período de retorno do investimento realizado em meses. Para se conseguir a resposta em anos, basta dividir o resultado por 12. Tudo isto está melhor explicado através da equação 3.10.

$$C_{MD} = \frac{C_M \cdot N_{apto} \cdot M}{1000} \quad [\text{Eq. 3.7}]$$

Onde:  $C_{MD}$  é o consumo médio diário do bloco considerado ( $\text{m}^3/\text{dia}$ );

$C_M$  é o consumo médio diário *per capita* do bloco em estudo (litros/hab/dia);

$N_{apto}$  é número de apartamentos do bloco considerado (apto);

$M$  é o número médio de habitantes por apartamento para o bloco que está sendo analisado (hab/apto);

1000 é o fator de conversão de litros para  $\text{m}^3$ .

$$C_1 = C_{CASAN} \cdot 1,8 \cdot N_{apto} \quad [\text{Eq. 3.8}]$$

Onde:  $C_1$  é o gasto atual de cada bloco (Reais);

$C_{CASAN}$  é o custo do consumo de água, para um apartamento médio, calculado considerando as faixas de consumo estabelecidas pela CASAN (reais/apto);

1,8 é fator que a CASAN utiliza para considerar o serviço de tratamento de esgotos;

$N_{apto}$  é número de apartamentos de cada bloco considerado (apto).

$$C_2 = C_{CASAN\ 2} \cdot 1,8 \cdot N_{apto} \quad [\text{Eq. 3.9}]$$

Onde:  $C_2$  é o novo gasto de cada bloco (Reais);

$C_{CASAN\ 2}$  é o novo custo do consumo de água, para um apartamento médio, calculado considerando as faixas de consumo estabelecidas pela CASAN e a economia obtida utilizando sistema economizador de água (reais/apto);

1,8 é fator que a CASAN utiliza para considerar o serviço de tratamento de esgotos.

$N_{apto}$  é número de apartamentos de cada bloco considerado (apto);

$$T = \frac{C_i}{(C_1 - C_2) \cdot 12} \quad [\text{Eq. 3.10}]$$

Onde:  $T$  é o período de retorno do investimento realizado (anos);

$C_1$  é o gasto atual de cada bloco (Reais);

$C_2$  é o novo gasto de cada bloco (Reais);

$C_i$  é o custo de implantação de cada sistema;

12 é fator de conversão de meses para anos.

### 3.11. Análise Paramétrica dos Resultados Obtidos

Com o intuito de verificar o comportamento dos resultados quando algumas das entradas de dados sofrem variações, decidiu-se realizar uma análise paramétrica dos resultados obtidos.



Esta análise consiste, basicamente, na confecção de gráficos a partir da variação de apenas uma das entradas de dados por vez, mantendo-se todas as outras constantes. Para os reservatórios de água pluvial foram obtidos quatro gráficos, onde fez-se variar, em separado, o consumo *per capita*, a área de telhado, o número de moradores por apartamento e a porcentagem de água pluvial que pode ser utilizada em substituição à água tratada. No caso dos reservatórios de água de reuso, fez-se variar apenas a porcentagem de água passível de ser reutilizada.

É importante salientar que todo este processo foi feito em função dos volumes de reservatório, onde a comparação final era dada entre volumes de reservatório e potenciais de economia de água tratada. Esta análise paramétrica dos resultados foi realizada para um bloco idealizado, ou seja, que possuía características provenientes de uma média entre as características dos três blocos.

CAPÍTULO 4

**RESULTADOS**

## **4.1. Introdução**

Neste capítulo serão mostrados os resultados obtidos para o estudo realizado no Condomínio Santa Martha. Após seguir os passos indicados no capítulo de Metodologia, são apresentados os dados que, a partir dos quais, será possível concluir se há viabilidade de implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva e de reuso de águas servidas no citado Condomínio. Também será possível concluir qual dos dois sistemas, ou os dois ao mesmo tempo, seria o mais adequado para cada bloco.

A estruturação deste capítulo partirá da base apresentada no capítulo anterior, onde se tentará seguir a mesma seqüência de tópicos apresentados. Isto facilitará a compreensão do estudo realizado.

## **4.2. Levantamento de dados**

Conforme explicado no capítulo anterior, foi realizada uma série de levantamentos: entrevistas, medições de vazão, medições de consumo diário, etc. Os tópicos subsequentes apresentam os resultados obtidos para esta coleta de dados.

### **4.2.1. Entrevistas**

De acordo com o que já foi explanado no item 3.3.1, aplicaram-se dois tipos de questionário aos moradores do conjunto residencial, com a intenção de se obter um levantamento preciso acerca dos usos finais e consumos de água. Estes questionários estão apresentados no Apêndice 1. No entanto, devido às dificuldades encontradas, optou-se por realizar uma pesquisa por amostragem. Considerando um erro amostral desejado de 12% e uma estimativa de população do Condomínio de 147 pessoas (3 pessoas por apartamento), após a aplicação destes dados na Equação 3.1, obteve-se um tamanho de amostra a ser entrevistada de 48 pessoas.

Efetivamente, conseguiu-se entrevistar 48 habitantes, sendo 18 moradores de bloco A, 16 do bloco B e 14 do bloco C. Nos blocos A e C visitaram-se 8 e 6 apartamentos, respectivamente, conseguindo-se atingir, no mínimo, um apartamento por andar. Já no Bloco B, onde foram visitados 6 apartamentos, não se conseguiu aplicar o questionário em nenhum apartamento do segundo andar.

Fazendo-se uma nova média de moradores por apartamento, a partir do número de pessoas entrevistadas, chega-se ao valor de 2,4 habitantes por apartamento. Este valor, se for extrapolado para todo o Condomínio, resultará em uma estimativa de cerca de 118 moradores. Realizando-se o caminho inverso e utilizando-se estes novos valores no cálculo do tamanho da amostra a ser entrevistada, percebe-se que o erro amostral para o Condomínio diminui para 11,1%.

Verificou-se que, de acordo com as entrevistas, a média de moradores para o bloco A foi de 2,25 moradores por apartamento, enquanto que para os blocos B e C esta média foi de 2,67 e 2,33 moradores por apartamento, respectivamente. Percebe-se que estes valores são bastante próximos. Observa-se, através da aplicação da Equação 3.1, que os erros amostrais para cada bloco foram os seguintes: 16,7% para o bloco A, 20,1% para o bloco B e 21,1% para o bloco C. É importante ressaltar que os erros amostrais, se forem analisados individualmente para cada bloco, são bastante grandes. Entretanto, se for feita uma análise no contexto global do condomínio, este erro diminui consideravelmente.

Esta etapa do trabalho foi de grande importância para a obtenção de valores que mostraram a frequência e o tempo de uso de cada aparelho por morador. A partir daí, quando desejado, pôde-se realizar médias por apartamento, por bloco e uma média geral. Para exemplificar, segue na Tabela 4.1 os valores de frequência diária e tempo de uso apenas dos dispositivos do banheiro, para cada morador do apartamento 402-A, e também uma média para todo o apartamento. Já a Tabela 4.2, identifica uma média para os blocos A, B e C, e uma média geral para todo o Condomínio.

O Apêndice 2 apresenta todos os resultados dos levantamentos de frequência e tempo de utilização dos dispositivos, para cada um dos moradores dos apartamentos visitados.

**Tabela 4.1 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 402-A.**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	vezes/dia	Duração (s)	vezes/dia	Duração (s)
Uso do chuveiro	1,0	480,0	2,0	600,0
Uso do vaso sanitário	2,7	7,0	3,7	6,0
Higiene bucal	3,0	8,0	3,0	10,0
Lavação de mãos	3,0	7,0	4,0	6,0
Lavação do rosto	2,0	10,0	2,0	7,0
Barbeação	0,4	45,0	0,7	20,0

**Tabela 4.1 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 402-A (Cont.)**

Atividade	Média do apartamento 402-A	
	vezes/dia	Duração (s)
Uso do chuveiro	1,5	540,0
Uso do vaso sanitário	3,2	6,5
Higiene bucal	3,0	9,0
Lavação de mãos	3,5	6,5
Lavação do rosto	2,0	8,5
Barbeação	0,6	32,5

A Tabela 4.1 permite comparar os valores de frequência e tempo de utilização dos dispositivos entre os moradores do apartamento 402-A. É importante ressaltar que a atividade de lavação de mãos geralmente deve se apresentar com uma frequência maior que a do uso do vaso sanitário, e é assim que ela realmente se comportou neste apartamento. O tempo de duração do acionamento da válvula de descarga é outro ponto que merece destaque, pois mesmo que todos os moradores cronometrem o seu tempo, eles devem ser iguais ou muito próximos entre si. Isto se deve ao fato de ele ser diretamente dependente do mecanismo de acionamento desta válvula. E foi exatamente isto que se verificou neste apartamento, pois a diferença entre as medições foi de 1s.

**Tabela 4.2 – Valores médios de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para os blocos A, B, C e para o Condomínio.**

Atividade	Média p/ o Bloco A		Média p/ o Bloco B	
	vezes/dia	Duração (s)	vezes/dia	Duração (s)
Uso do chuveiro	1,5	636,7	1,4	663,6
Uso do vaso sanitário	4,3	7,6	4,0	9,4
Higiene bucal	2,9	16,1	2,8	33,4
Lavação de mãos	4,3	13,3	5,7	21,1
Lavação do rosto	2,5	14,8	2,2	25,7
Barbeação	0,2	16,9	0,1	16,6

**Tabela 4.2 – Valores médios de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para os blocos A, B, C e para o Condomínio (Cont.)**

Atividade	Média p/ o Bloco C		Média p/ o Condomínio	
	vezes/dia	Duração (s)	vezes/dia	Duração (s)
Uso do chuveiro	1,6	818,6	1,5	706,3
Uso do vaso sanitário	4,3	6,9	4,2	7,9
Higiene bucal	2,9	23,6	2,9	24,4
Lavação de mãos	4,2	9,9	4,7	14,8
Lavação do rosto	2,1	19,1	2,3	19,9
Barbeação	0,1	20,0	0,1	17,9

Verifica-se, de acordo com a análise da Tabela 4.2, que as médias de duração de banho dos blocos A e B são bastante semelhantes: 10,6 e 11,1 minutos, respectivamente. Já para o bloco C, esta média se mostrou ligeiramente maior: 13,7 minutos. Uma atividade teve uma variação grande no seu tempo de torneira aberta foi a higienização bucal. No bloco A, por exemplo, ela aparece com uma média de 16,1s, enquanto que no bloco B o seu valor médio foi de 33,4s, ou seja, o dobro do tempo. Para esta atividade, a média do bloco C ficou bem próxima da média do Condomínio: 23,6s contra 24,4s.

Para se obter os dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo, o processo foi um pouco diferente pois, no questionário, eram coletados de maneira distinta os dados para cada atividade. Por exemplo, para medir a quantidade de água gasta no preparo de alimentos, solicitava-se que se estimasse a frequência diária com que se cozinhava e a quantidade de água, em litros, utilizada. Já para medir o consumo de água usado na lavagem de roupas, o entrevistado informava

dados referentes ao uso do tanque (quantidade diária e tempo) e da máquina de lavar roupa (frequência diária, capacidade da máquina e quantidade de ciclos). Estes dados podem ser melhor visualizados no exemplo contido na Tabela 4.3, onde são apresentados os valores médios para os moradores do apartamento 402-A nas atividades de uso coletivo. Vale ressaltar que este apartamento é habitado por estudantes e, sendo assim, a tabela abaixo já apresenta uma média ponderada entre os moradores.

A análise da Tabela 4.3 indica que há um tempo considerável de torneira da cozinha aberta para lavação de louça. Levando-se em conta que a louça é lavada uma vez por dia no apartamento, pode-se perceber que o consumo de água para este fim é bastante elevado neste caso.

**Tabela 4.3 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 402-A**

<b>Atividade</b>	<b>vezes/dia</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Consumo fornecido pelo morador (litros)</b>
Lavação de louça	1,0	600,0	---
Preparo de alimentos	1,3	---	3,0
Tanque Roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,7	---	20,0
Balde	0,0	---	0,0
Tanque Limpeza	0,1	600,0	---

A Tabela 4.4 indica as médias, já ponderadas, dos consumos dos aparelhos em atividades de uso coletivo para os blocos A, B e C, e para todo o Condomínio. Verifica-se, através da análise desta tabela, que o tempo de uso da torneira da cozinha para lavação de louça é bastante grande, tanto para os blocos em separado, quanto para a média do Condomínio, que ficou em torno de 7 minutos.

Verifica-se que se utiliza muito pouco o tanque para lavar roupas. A grande maioria dos entrevistados possui e usa bastante a máquina de lavar roupas. Uma das explicações para que a média do volume gasto pela máquina de lavar roupas tenha sido baixa, é o fato que vários entrevistados não tinham certeza da capacidade volumétrica das suas máquinas ou então esqueciam de responder a respeito da quantidade e ciclos da mesma. Esta observação, aliada ao fato de que algumas

peças utilizavam serviços de lavanderia, contribuiu para que o resultado obtido tenha dado relativamente baixo.

**Tabela 4.4 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para os blocos A, B e C, e para todo o Condomínio**

<b>Atividade</b>	<b>Bloco</b>	<b>vezes/dia</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Média dos consumos levantados (litros)</b>
Lavação de louça	A	1,0	526,8	---
	B	1,4	387,6	---
	C	1,0	313,2	---
	Condomínio	1,1	409,2	---
Preparo de alimentos	A	1,0	---	1,5
	B	1,0	---	1,8
	C	1,1	---	0,9
	Condomínio	1,0	---	1,4
Tanque Roupas	A	0,1	79,0	---
	B	0,1	101,0	---
	C	0,1	123,3	---
	Condomínio	0,1	101,1	---
Máquina L. Roupas	A	0,3	---	14,1
	B	0,4	---	14,7
	C	0,3	---	16,5
	Condomínio	0,3	---	15,1
Balde	A	0,2	---	1,7
	B	0,2	---	1,7
	C	0,2	---	4,2
	Condomínio	0,2	---	2,5
Tanque Limpeza	A	0,2	165,0	---
	B	0,1	220,0	---
	C	0,1	289,0	---
	Condomínio	0,1	224,7	---

Outro ponto relevante proveniente de discussão da Tabela 4.4, é o de que se utiliza mais baldes do que o tanque para a limpeza dos apartamentos. Entretanto, esta diferença não chega a ser de grandes proporções. A questão dos arredondamentos dos resultados para uma casa decimal também contribui para esta proximidade de resultados.

Percebe-se, também, que no bloco B a média da frequência de lavação de louça é maior que a média dos valores de frequência de preparo de alimentos. Este



fato pode indicar que neste bloco os moradores costumam fazer lanches ou utilizam outras opções de alimentação que não consomem água durante o seu preparo.

#### **4.2.2. Medições de vazão**

Como já foi explicado anteriormente, devido às dificuldades encontradas na visita aos apartamentos, realizou-se medição de vazão apenas no apartamento 402-A. Os resultados obtidos estão representados na Tabela 4.5.

**Tabela 4.5 – Valores de medição de vazão obtidos para o apartamento 402-A**

<b>Dispositivo</b>	<b>Vazão (litros/s)</b>
Chuveiro	0,03
Lavatório	0,12
Vaso sanitário	1,7
Torneira da pia	0,11
Torneira do tanque	0,11

Os valores para torneira da pia e torneira do tanque ficaram iguais devido ao arredondamento utilizado de duas casas decimais. Os dois valores já eram bastante próximos. Para o vaso sanitário, foi utilizada a vazão que está sugerida na norma NBR 5626 (ABNT, 1998).

#### **4.2.3. Dados de consumo obtidos através da CASAN**

A partir das faturas de cobrança emitidas pela companhia de fornecimento de água local (CASAN) entre os meses de março de 2002 e novembro de 2003, foi possível obter o consumo mensal de água, em metros cúbicos, para cada bloco do Condomínio. Estes dados são apresentados na Tabela 4.6.

**Tabela 4.6 – Consumo de água, por bloco, obtidos através das faturas emitidas pela CASAN**

Mês	Consumo Mensal (m <sup>3</sup> )		
	Bloco A	Bloco B	Bloco C
mar/02	287	185	155
abr/02	185	172	149
mai/02	197	209	157
jun/02	187	170	180
jul/02	155	180	166
ago/02	182	182	211
set/02	173	183	187
out/02	164	182	117
nov/02	207	184	80
dez/02	239	180	248
jan/03	207	181	201
fev/03	187	182	148
mar/03	191	182	125
abr/03	215	181	151
mai/03	271	181	190
jun/03	205	181	161
jul/03	203	181	159
ago/03	140	181	135
set/03	154	170	126
out/03	181	204	166
nov/03	190	215	157
Média	196,2	184,1	160,4
Média Geral	180,2		

Percebe-se, através da análise da Tabela 4.6, que o bloco B possui um consumo bastante regular e sempre próximo dos 180 m<sup>3</sup>. Já o bloco C foi o que apresentou a maior oscilação no período considerado, possuindo uma amplitude máxima de 168 m<sup>3</sup>. Ele também possui o menor consumo faturado: 80 m<sup>3</sup>. Este baixo consumo ocorreu no mês de novembro de 2002, período de calor, onde normalmente se esperaria um valor mais alto devido à grande utilização dos chuveiros. Entretanto, uma explicação plausível seria o fato de que o bloco C é o que apresenta o maior número de estudantes em relação aos outros dois, os quais viajam de férias durante o período de recesso escolar. O bloco A manteve altas médias se comparado aos demais prédios. Ele também apresentou o maior consumo medido no período, que foi de 287 m<sup>3</sup>, ocorrido durante o mês de março de 2002.

A partir dos dados de consumo da Tabela 4.6 e, considerando médias de 2,25, 2,67 e 2,33 moradores por apartamento para os blocos A, B e C, respectivamente, foi possível calcular o consumo diário médio *per capita* para cada mês de referência, que é dado pela Equação 4.1. Em seguida, efetuaram-se médias por bloco e a média geral para todos os três blocos. A Tabela 4.7 mostra estes resultados e a Figura 4.1 ilustra os cálculos realizados.

$$CD = \frac{C \cdot 1000}{N_p \cdot N_b \cdot N_m} \quad [\text{Eq. 4.1}]$$

Onde: CD é o consumo diário *per capita* (litros/dia);

C é o consumo medido pela CASAN para o bloco desejado e para o mês de referência;

1000 é o fator de conversão de m<sup>3</sup> para litros;

$N_p$  é a média de moradores por apartamento, considerada separadamente para cada bloco;

$N_b$  é o número de apartamentos por bloco;

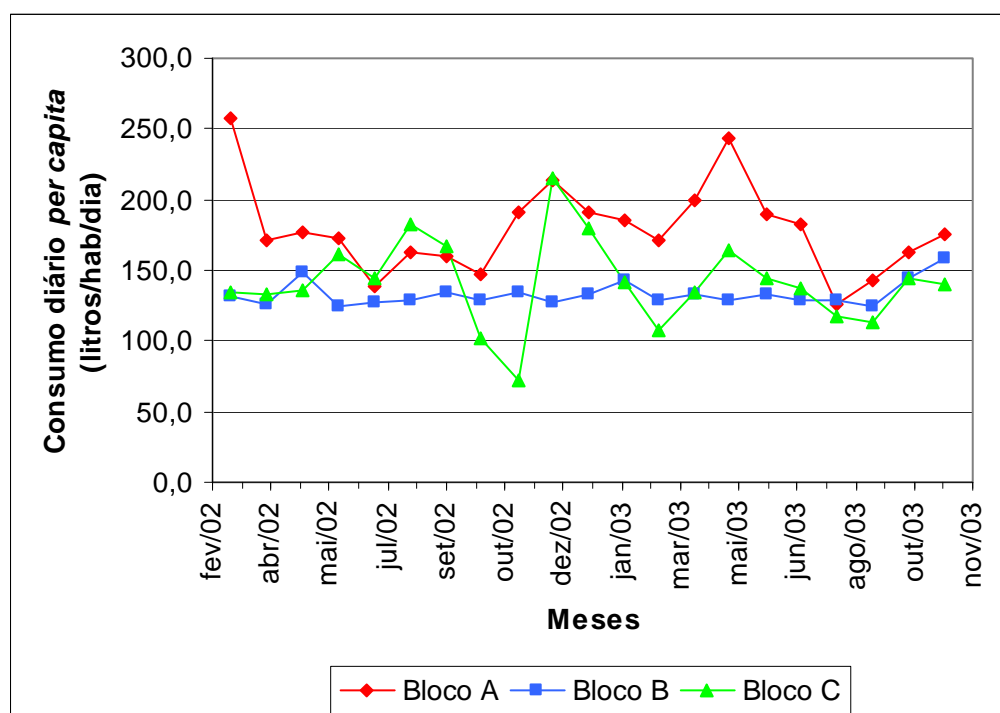
$n_m$  é o número de dias por mês de referência.

**Tabela 4.7 – Valores médios de consumo diário *per capita* (em litros/hab/dia) para cada mês de referência**

Mês	Consumo Diário <i>per capita</i> (litros/hab/dia)		
	Bloco A	Bloco B	Bloco C
mar/02	257,2	131,5	134,1
abr/02	171,3	126,3	133,2
mai/02	176,5	148,5	135,9
jun/02	173,1	124,8	160,9
jul/02	138,9	127,9	143,6
ago/02	163,1	129,3	182,6
set/02	160,2	134,4	167,2
out/02	147,0	129,3	101,2
nov/02	191,7	135,1	71,5
dez/02	214,2	127,9	214,6
jan/03	191,7	132,9	179,7
fev/03	185,5	143,2	141,8

**Tabela 4.7 – Valores médios de consumo diário *per capita* (em litros/hab/dia) para cada mês de referência (Cont.)**

Mês	Consumo Diário <i>per capita</i> (litros/hab/dia)		
	Bloco A	Bloco B	Bloco C
mar/03	171,1	129,3	108,2
abr/03	199,1	132,9	135,0
mai/03	242,8	128,6	164,4
jun/03	189,8	132,9	144,0
jul/03	181,9	128,6	137,6
ago/03	125,4	128,6	116,8
set/03	142,6	124,8	112,7
out/03	162,2	145,0	143,6
nov/03	175,9	157,9	140,4
MÉDIA	179,1	133,3	141,4
Média Geral	151,3		



**Figura 4.1 – Consumo diário *per capita* (litros/hab/dia) para os três blocos.**

A análise da Figura 4.1 permite observar um pico de 257,2 litros/hab/dia no mês de março de 2002, para o bloco A. Percebe-se que o menor consumo individual ocorreu realmente em novembro de 2002, com 71,5 litros/hab/dia, para o bloco C. Este consumo está muito abaixo da média de Santa Catarina (128 litros/hab/dia) e

das recomendações da ONU (120 litros/hab/dia), ambas citadas no item 2.3.2, do capítulo de Revisão Bibliográfica.

#### 4.2.4. Monitoramento dos hidrômetros

Este monitoramento de consumo no Condomínio foi realizado no período de 29 de novembro de 2004 a 13 de dezembro de 2004, em intervalos quase que diários. A finalidade era a de conferir e comparar os valores de consumo. A Tabela 4.8 mostra os dados levantados.

**Tabela 4.8 – Valores lidos nos hidrômetros de cada bloco do Condomínio**

Data da medição	Valor anotado		
	Bloco A	Bloco B	Bloco C
29/11/2004	392041	262806	835641
1/12/2004	393252	263942	836893
2/12/2004	393965	264532	837573
4/12/2004	395139	265554	838498
5/12/2004	395815	266042	839044
6/12/2004	396796	266709	839700
7/12/2004	397517*	267367	840461
8/12/2004	398118*	267879	840884
9/12/2004	398785*	268541	841373
11/12/2004	399699*	269435	842447
12/12/2004	400571*	270074	842658
13/12/2004	401281	270528	842818

\* Valores lidos sem muita precisão, porque o hidrômetro deste bloco fica com o seu visor embaçado quando chove.

É importante ressaltar que foi necessário levar em consideração uma instrução da CASAN para que fossem efetuadas as leituras nos hidrômetros. Segundo ela, dos seis números existentes nos hidrômetros, quatro são pretos e indicam o consumo em metros cúbicos, e os outros dois são vermelhos, que servem para indicar o consumo em litros. Os quatro números pretos são os primeiros e os dois vermelhos são os últimos.

Diante disso, puderam ser realizadas comparações de consumo diário. A Tabela 4.7 informa que o valor médio do consumo diário *per capita* para o bloco A, por exemplo, é de 179,1 litros/hab/dia, conforme dados fornecidos pela própria CASAN. Efetuando-se o produto entre este valor com o número de apartamentos existentes nesse bloco (16 apartamentos) e com a média de moradores por apartamento (2,25 moradores por apartamento), chega-se ao valor de 6.448 litros/dia, ou seja, 6,4 m<sup>3</sup>/dia. Repetindo-se este processo para os blocos B e C, obtém-se os valores de 6,0 e 5,3 m<sup>3</sup>/dia, respectivamente.

Para conferir estes dados, foi criada a Tabela 4.9. Ela apresenta os valores médios de consumo de cada bloco obtidos a partir da realização das médias entre os dias considerados, ou seja, a cada duas medições (que na maioria das vezes representavam medições de dois dias consecutivos), foram realizadas médias. Quando não se tinham dois dias consecutivos de medições, este valor era obtido de maneira ponderada. No caso do bloco A, em que ocorreram algumas dificuldades nas leituras do hidrômetro, os valores duvidosos foram descartados.

**Tabela 4.9 – Média dos valores de consumo de água obtidos por meio de medições nos hidrômetros do Condomínio**

<b>Consumo médio entre os dias considerados (m<sup>3</sup>/dia)</b>		
<b>Bloco A</b>	<b>Bloco B</b>	<b>Bloco C</b>
6,0	5,5	6,0
7,0	6,0	7,0
6,0	5,0	4,5
7,0	5,0	6,0
9,0	7,0	7,0
6,4	6,0	7,0
---	5,0	4,0
---	7,0	5,0
---	4,5	5,5
---	6,0	2,0
---	5,0	2,0
<b>6,9</b>	<b>5,6</b>	<b>5,1</b>

A última linha da Tabela 4.9 identifica as médias de consumo para cada bloco. Estas, ao serem comparadas com os valores obtidos através dos dados da

CASAN, deveriam se mostrar bastante próximas entre si. No entanto, isto nem sempre foi verificado. O bloco A, por exemplo, foi o que apresentou a maior diferença entre consumos: 6,9 m<sup>3</sup>/dia para o estimado contra 6,4 m<sup>3</sup>/dia para os dados da CASAN. Também se observou que foi neste bloco em que ocorreu o maior pico de consumo, 9,0 m<sup>3</sup>/dia, verificado entre os dias 5 e 6 de dezembro de 2004.

O bloco B apresentou valores muito semelhantes, sempre girando em torno dos 5,0 m<sup>3</sup>/dia. Já o bloco C apresentou a maior amplitude de consumo, cerca de 5,0 m<sup>3</sup>/dia.

### **4.3. Estimativa do consumo de água nos dispositivos e dos usos finais**

De posse dos levantamentos que mostram a frequência e o tempo de uso dos dispositivos, foi calculado o consumo de água por aparelho, que é dado pelas Equações 3.2, 3.3 e 3.4 do capítulo de Metodologia. No que diz respeito aos dispositivos que demandam atividades de uso pessoal, a Tabela 4.10 mostra os valores obtidos para cada um dos moradores e, também, uma média para todo o apartamento 402-A. A Tabela 4.11 identifica, para o apartamento 402-A, dados referentes ao uso de aparelhos que demandam atividades coletivas, como lavagem de louças, limpeza do apartamento, lavagem de roupas e preparo de alimentos. É importante salientar que no questionário, ao se coletarem os dados de frequência de utilização, havia diferenciação entre dias úteis e finais de semana. Com isso, para cada habitante foi feita uma média ponderada. Neste caso, por se tratar de um apartamento de estudantes, após ser realizada esta média ponderada foi feita uma média comum entre os moradores.

Nos casos em que se tratavam de apartamentos habitados por famílias, geralmente uma ou duas pessoas se apresentavam como responsáveis por estas atividades de uso coletivo. Desta forma, eram calculadas as quantidades de água gastas nestas atividades e, posteriormente, distribuídas em parcelas iguais para todos os demais moradores.

Vale ressaltar que para se chegar no valor médio do consumo de água dos dispositivos para todo o apartamento, foi necessário dividir os valores encontrados na Tabela 4.11 pelo número de moradores: 2. Em alguns casos foi mais interessante

aglutinar algumas informações, como o uso do tanque e da máquina de lavar roupas gerando o item lavação de roupas, bem como o uso de baldes e de torneira do tanque para se chegar ao tópico limpeza do apartamento. Estes resultados são mostrados na Tabela 4.12.

**Tabela 4.10 – Consumo de água nos dispositivos que demandam atividades individuais para os moradores do apartamento 402-A**

<b>Morador 1</b>				
<b>Atividade</b>	<b>Vezes/dia</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Total (L/dia)</b>
Chuveiro	1,0	480,0	0,03	13,9
Vaso Sanitário	2,7	7,0	1,70	32,2
Higiene bucal	3,0	8,0	0,12	2,9
Lavação de mãos	3,0	7,0	0,12	2,5
Lavação do rosto	2,0	10,0	0,12	2,4
Barbeação	0,4	45,0	0,12	2,3
<b>TOTAL GERAL</b>				<b>56,3</b>

**Tabela 4.10 – Consumo de água nos dispositivos que demandam atividades individuais para os moradores do apartamento 402-A (Cont.)**

<b>Morador 2</b>				
<b>Atividade</b>	<b>Vezes/dia</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Total (L/dia)</b>
Chuveiro	2,0	600,0	0,03	34,8
Vaso Sanitário	3,7	6,0	1,70	37,8
Higiene bucal	3,0	10,0	0,12	3,6
Lavação de mãos	4,0	6,0	0,12	2,9
Lavação do rosto	2,0	7,0	0,12	1,68
Barbeação	0,7	20,0	0,12	1,7
<b>TOTAL GERAL</b>				<b>82,5</b>

**Tabela 4.10 – Consumo de água nos dispositivos que demandam atividades individuais para o apartamento 402-A (Cont.)**

<b>Apto 402-A</b>				
<b>Atividade</b>	<b>Vezes/dia</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Total (L/dia)</b>
Chuveiro	1,5	540,0	0,03	23,5
Vaso Sanitário	3,2	6,5	1,70	35,5
Higiene bucal	3,0	9,0	0,12	3,2
Lavação de mãos	3,5	6,5	0,12	2,7
Lavação do rosto	2,0	8,5	0,12	2,04
Barbeação	0,6	32,5	0,12	2,2
<b>TOTAL GERAL</b>				<b>69,2</b>



**Tabela 4.11 – Consumo de água nos dispositivos que demandam atividades coletivas para o apartamento 402-A**

<b>Atividade</b>	<b>vezes/dia</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Vazão (L/s)</b>	<b>Consumo fornecido pelo morador (litros)</b>	<b>Total (L/dia)</b>
Lavação de louça	1,0	600,0	0,11	---	66,0
Preparo de alimentos	1,3	---	---	3,0	3,9
Tanque Roupas	0,0	0,0	0,11	---	0,0
Máquina L. Roupas	0,7	---	---	20,0	14,2
Balde	0,0	---	---	0,0	0,0
Tanque Limpeza	0,1	600,0	0,11	---	9,2

**Tabela 4.12 – Médias dos consumos de água nos dispositivos que demandam atividades coletivas para o apartamento 402-A**

<b>Atividade</b>	<b>Consumo (L/dia)</b>
Lavação de louça	33,0
Preparo de alimentos	1,9
Lavação de roupas	7,1
Limpeza do apto	4,6

Calculado o consumo de água nos dispositivos, o passo seguinte foi identificar, em porcentagem, os usos finais para cada atividade. A Tabela 4.13 contém valores referentes a estas estimativas para cada habitante e para o apartamento 402-A.

Um ponto importante a ser comentado é o fato que, na Tabela 4.13, as atividades de higiene bucal, lavação de mãos, lavação do rosto e barbeação foram unidas para gerar o tópico lavatório. Como todos estes itens anteriores utilizam a torneira da pia do banheiro, torna-se mais interessante, no cálculo dos usos finais, considerar apenas uma atividade global, que é exatamente este uso da torneira do lavatório.

**Tabela 4.13 – Estimativas de usos finais para cada morador e para todo o apartamento 402-A**

	Usos Finais (%)		
	Morador 1	Morador 2	Apto 402-A
<b>Total em Litros</b>	102,9	129,2	116,0
Chuveiro	13,5	26,9	20,2
Vaso Sanitário	31,3	29,3	30,3
Lavatório	9,8	7,6	8,7
Lavação de Louça	32,1	25,6	28,8
Preparo de Alimentos	1,9	1,5	1,7
Lavação de Roupas	6,9	5,5	6,2
Limpeza do Apto	4,5	3,6	4,0

A análise da tabela anterior mostra que o apartamento 402-A possui porcentagens de uso final de vaso sanitário e de lavação de louça muito próximas, 30,3% e 28,8%, respectivamente. Com isso, verifica-se que há um consumo bastante alto de água na torneira da cozinha. Este fato é incomum e pode ter ocorrido devido a respostas duvidosas no momento das entrevistas.

A Tabela 4.14 mostra as estimativas de usos finais para os blocos A, B e C e uma média para todo o Condomínio. Percebe-se que a alta porcentagem de uso final referente à torneira da cozinha persiste na média de cada bloco e na média geral. A Análise de Sensibilidade, que é o tópico subsequente, ajudará a entender se houveram incertezas no momento das respostas, pois mostrará qual a influência de uma resposta imprecisa nas estimativas de usos finais.

**Tabela 4.14 – Estimativas de usos finais, em porcentagem, para os blocos A, B e C e para todo o Condomínio.**

Atividade	Bloco			Geral
	A	B	C	
<b>Média do consumo per capita (litros/hab/dia)</b>	166,3	197,8	152,8	172,3
Chuveiro	16,7	12,8	26,3	18,6
Vaso Sanitário	33,9	31,9	32,5	32,8
Lavatório	10,7	14,3	12,3	12,4
Lavação de Louças	34,0	35,1	20,7	29,9
Preparo de Alimentos	0,4	0,7	0,7	0,6
Lavação de Roupas	2,0	3,4	5,7	3,7
Limpeza do Apto	2,2	1,7	1,8	1,9

Não há, na literatura, um consenso geral a respeito dos usos finais de água, pois cada objeto de estudo possui características próprias. Diante disso, não se pode tomar um resultado como sendo correto, o que se pode fazer é comparar resultados para verificar se há semelhanças. O estudo em questão, ao ser comparado com estudos de usos finais mostrados no Capítulo 2, mostra ligeira semelhança com alguns casos.

Comparando-se os consumos *per capita* estimados (Tabela 4.14) com os consumos *per capita* obtidos a partir dos dados da CASAN (Tabela 4.7), percebe-se que existem diferenças. Enquanto que os valores estimados para os blocos A, B e C foram 166,3, 197,8 e 152,8 litros/hab/dia, respectivamente, os valores da CASAN foram 179,1, 133,3 e 141,4 litros/hab/dia, conforme apresentado na Tabela 4.15, que mostra um comparativo entre os valores. No caso dos blocos A e C, esta diferença foi ligeiramente baixa, cerca de 7% e 8%, respectivamente. Mas no bloco B a diferença foi bastante elevada, atingindo o valor correspondente a 48%. Logo, devido a estas discrepâncias e ao que já foi comentado anteriormente, a análise de sensibilidade é necessária para se fazer o ajuste.

**Tabela 4.15 – Comparação entre os consumos real e estimado.**

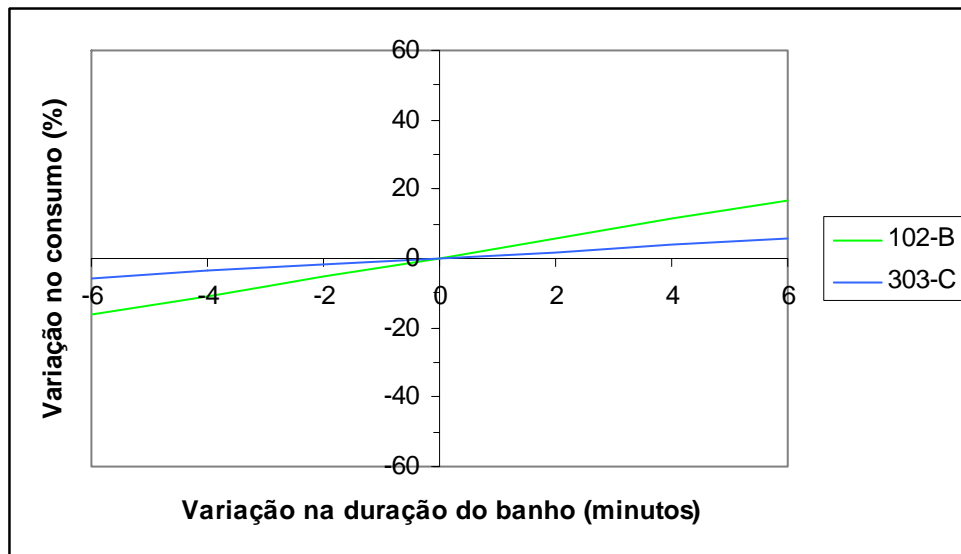
	<b>Consumo diário <i>per capita</i> (litros/hab/dia)</b>		
	Bloco A	Bloco B	Bloco C
Estimado	166,3	197,8	152,8
Real	179,1	133,3	141,4

#### **4.4. Análise de Sensibilidade**

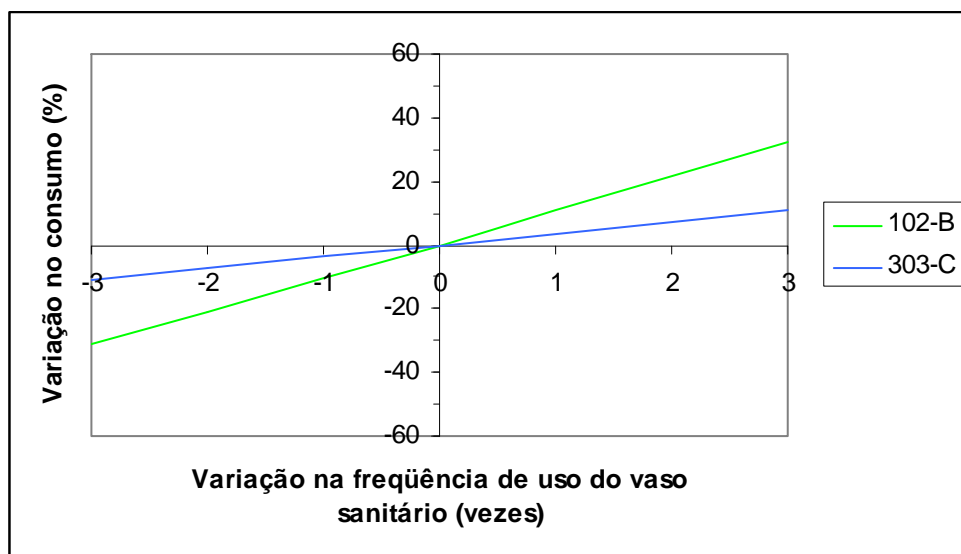
A análise de sensibilidade realizada confirmou que as respostas duvidosas sobre frequência e tempo de uso dos dispositivos realmente ocasionam grandes divergências no consumo real de água.

O resultado desta análise para os apartamentos que possuíam a maior média de consumo (apto 102-B) e a menor média de consumo (apto 303-C), mostra que o dispositivo mais sensível é a torneira da cozinha. No apartamento 102-B, uma diferença de 2 minutos no tempo de utilização da torneira da cozinha, gera um erro de 9,6% sobre o consumo final de água do apartamento. Quando essa diferença é de

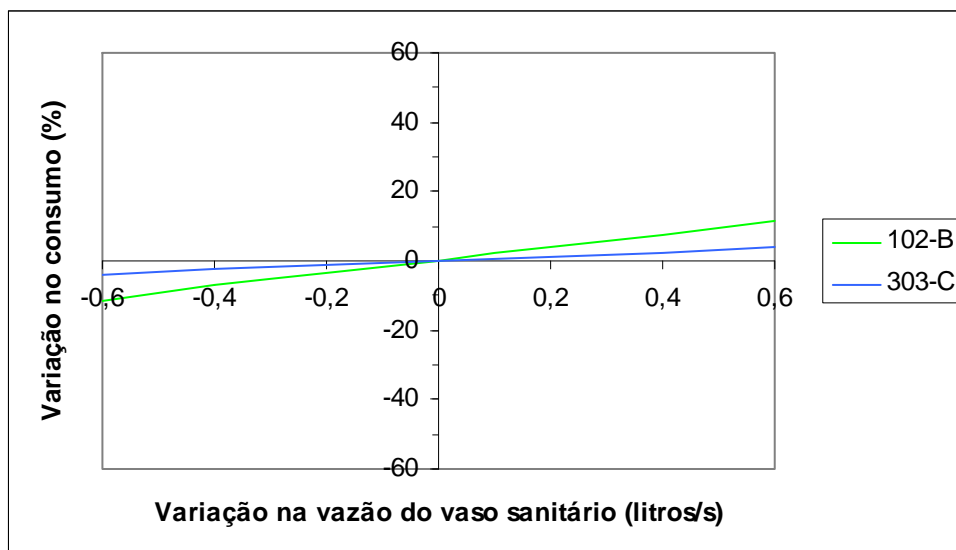
6 minutos, o erro sobre o valor do consumo total aumenta para 28,9%. Já para o apartamento 303-C, percebe-se para uma diferença de 2 minutos há um erro de 18,8%, enquanto que para 6 minutos, o erro é de 56,4%. Neste caso houve uma variação muito grande, bastante acima do que se imaginava, o que confirma a incerteza das respostas. Os gráficos que mostram a análise de sensibilidade dos principais dispositivos para os apartamentos 102-B e 303-C, encontram-se nas Figuras 4.2 a 4.5.



**Figura 4.2 – Sensibilidade na duração do banho – 102B e 303C**

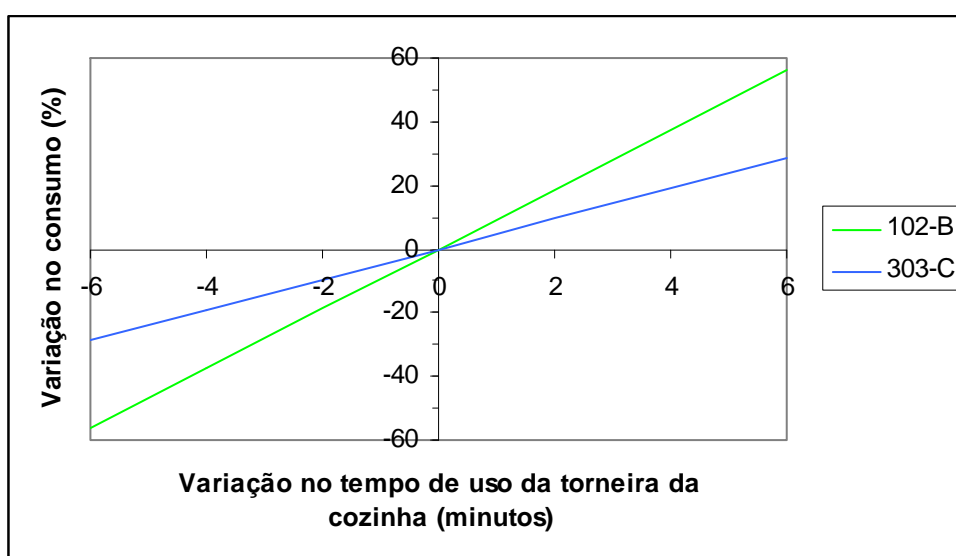


**Figura 4.3 – Sensibilidade na frequência de uso do vaso sanitário – 102B e 303C**



**Figura 4.4 – Sensibilidade na vazão do vaso sanitário – 102B e 303C**

Verifica-se que a frequência de utilização do vaso sanitário também gera erros consideráveis no consumo final dos apartamentos em questão. Considerando uma variação de uma vez na utilização do vaso sanitário, ocorre um erro de 10,9% para o consumo final do apartamento 102-B, e de 3,7% no caso do apartamento 303-C. Em se tratando do vaso sanitário, a fonte mais provável de erro seria a da vazão, pois ela foi adotada e não medida. Mas, fazendo-se uma análise da Figura 4.4, verifica-se que este erro não foi dos mais significativos, pois gerou erros percentuais mais baixos do que nos outros gráficos.



**Figura 4.5 – Sensibilidade no tempo de uso da torneira da cozinha – 102B e 303C**

A mesma análise de sensibilidade realizada para os apartamentos anteriores, também foi aplicada para as médias dos blocos A, B e C, e para a média de todo o Condomínio, segundo está sendo apresentado nas Figuras 4.6 a 4.9.

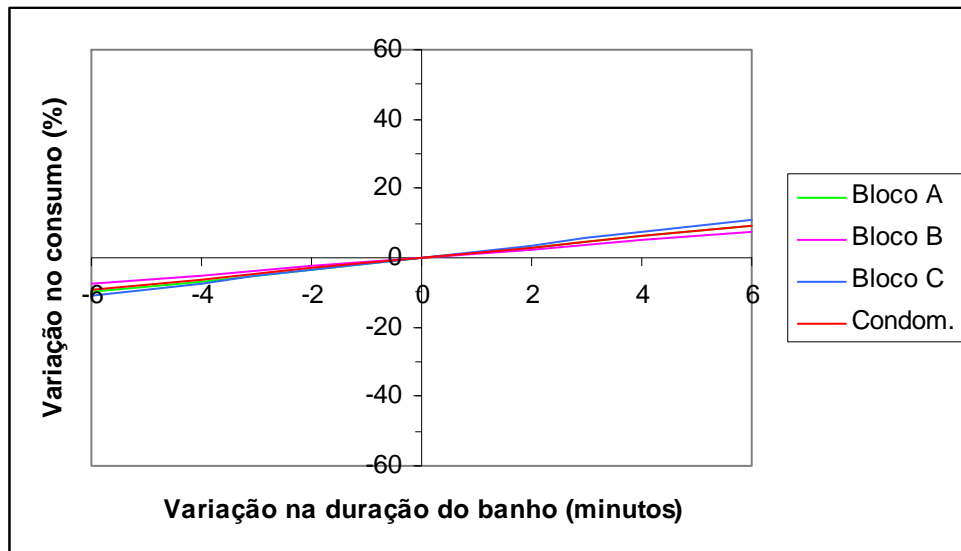


Figura 4.6 – Sensibilidade na duração do banho – Blocos A, B, C e Condomínio

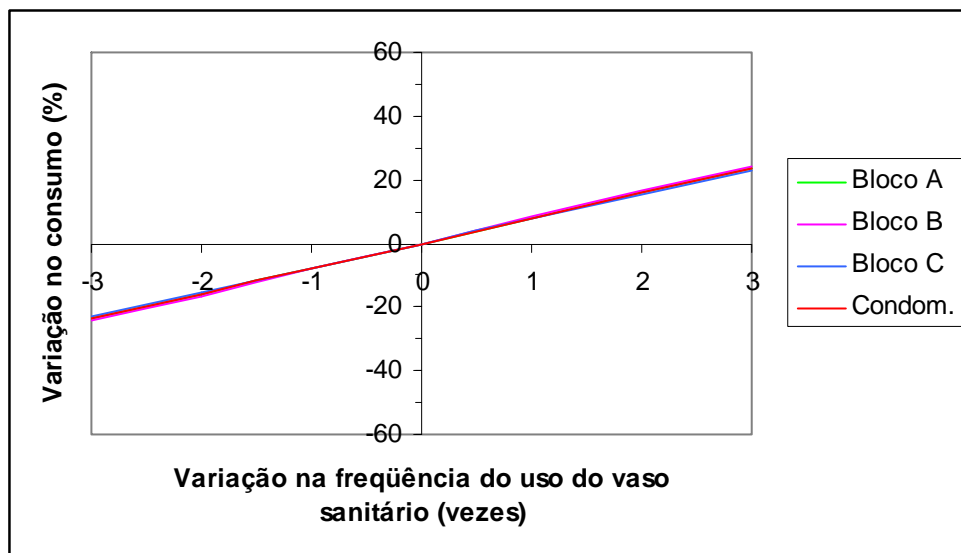
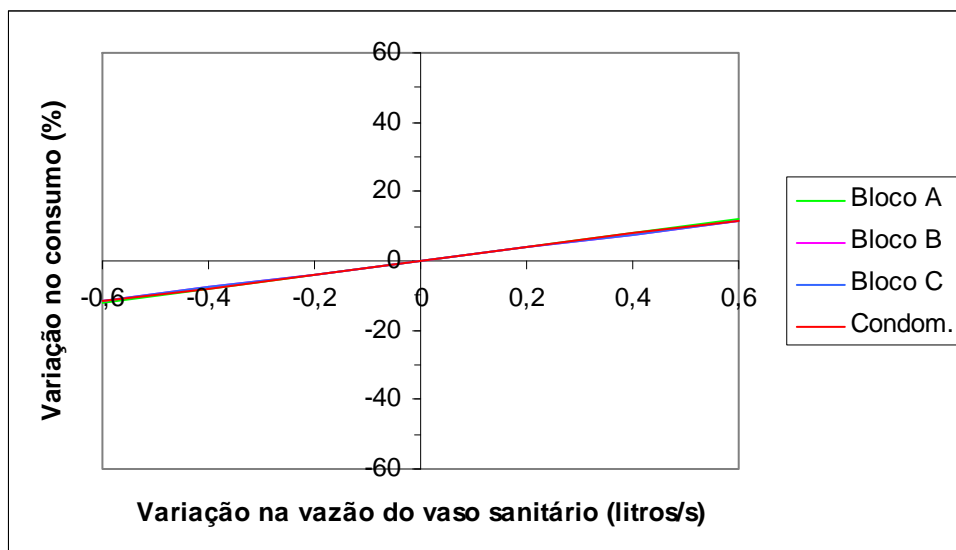
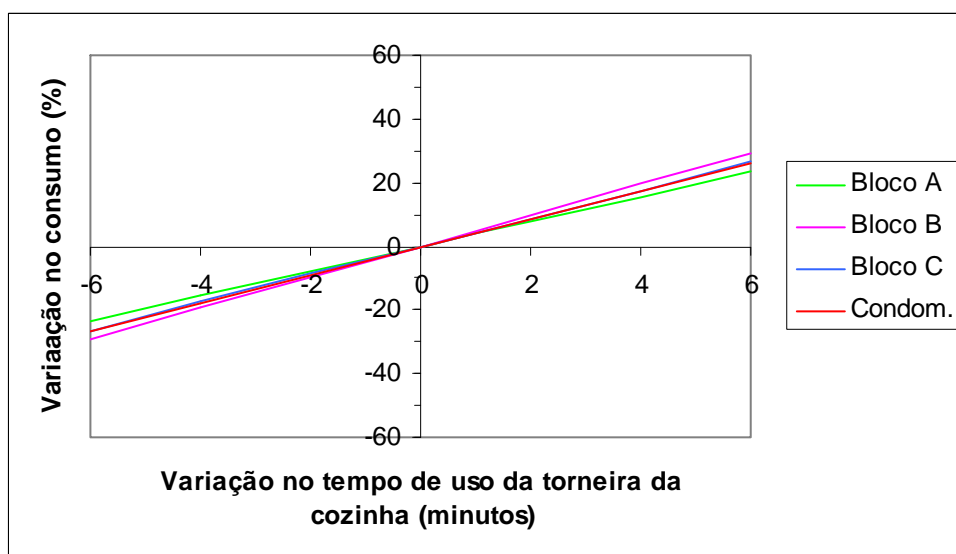


Figura 4.7 – Sensibilidade na frequência de uso do vaso sanitário – Blocos A, B, C e Condomínio



**Figura 4.8 – Sensibilidade na vazão do vaso sanitário – Blocos A, B, C e Condomínio**



**Figura 4.9 – Sensibilidade no tempo de uso da torneira da cozinha – Blocos A, B, C e Condomínio**

Nos blocos B, C e na média geral para o Condomínio, a torneira da cozinha desponta como o aparelho mais sensível, onde uma variação de 2 minutos gera erros de 9,7%, 8,7% e 8,8%, respectivamente. As respostas para tempo de utilização da torneira da cozinha são exageradas, por isso a provável fonte de erro é essa. Entretanto, a frequência de utilização do vaso sanitário indicada pelos resultados das entrevistas aparece logo na seqüência, como a segunda provável fonte de erros.

Logo, para o bloco C, as diferenças ocorridas foram atribuídas totalmente à torneira da cozinha. Já para o bloco B, como o consumo diário *per capita* estimado ficou bastante diferente do real, optou-se em distribuir proporcionalmente esta diferença entre as duas maiores fontes de erro: a frequência de utilização do vaso sanitário e o tempo de uso da torneira da cozinha.

Apenas o bloco A apresenta a quantidade de vezes de utilização do vaso sanitário como a principal fonte de geração de imprecisão no consumo final. Neste caso, uma variação de uma vez nessa frequência, gera um incremento de 7,9% no consumo final, enquanto que para a torneira da cozinha uma variação de 2 minutos gera um acréscimo de 7,8% no consumo final. Apesar de a diferença entre eles ser mínima, optou-se em atribuir totalmente as discrepâncias ocorridas nesta utilização do vaso sanitário. Também deve ser levado em conta o fato que a torneira da cozinha já possuía, conforme mostrou a Tabela 4.14, uma grande parcela de uso final: 34,0%.

Após terem sido realizadas as correções necessárias, novos valores de usos finais são obtidos e apresentados na Tabela 4.16. Como nos blocos A e C as diferenças entre os consumos diários *per capita* estimado e real foram pequenas, os usos finais não sofreram grandes mudanças. Já no bloco B, onde a diferença ocorrida foi de 64,5 litros/hab/dia, os usos finais corrigidos pela Análise de Sensibilidade mostraram mudanças significativas. É interessante frisar que os valores de consumo diário *per capita* influem diretamente nesta obtenção dos usos finais corrigidos, pois pequenos valores de consumo geram grandes mudanças nos usos finais.

**Tabela 4.16 – Estimativas de usos finais, em porcentagem, corrigidas em função da Análise de Sensibilidade para os blocos A, B e C e para todo o Condomínio.**

Atividade	Bloco			Geral
	A	B	C	
<b>Média do consumo per capita (litros/hab/dia)</b>	179,1	133,3	141,4	151,3
Chuveiro	16,2	23,2	28,6	22,6
Vaso Sanitário	35,1	29,7	34,8	33,2
Lavatório	10,5	23,4	14,0	16,0
Lavação de Louças	33,6	12,1	14,0	19,9
Preparo de Alimentos	0,4	1,2	0,7	0,8
Lavação de Roupas	2,0	5,9	6,0	4,7
Limpeza do Apto	2,1	4,5	1,9	2,9



Nota-se, ainda, que mesmo após ter sido realizada uma análise de sensibilidade, o consumo de água da torneira da cozinha do bloco A continua se mostrando bastante alto. Provavelmente ainda persistem alguns erros, mesmo com a tentativa que se fez para minimizá-los. Para fins de dimensionamento de reservatórios serão considerados os usos finais corrigidos, tal qual estão apresentados na Tabela 4.16.

#### 4.5. Estimativa do Volume do Reservatório de Água de Chuva

Como já foi explicado no item 3.7 do capítulo 3, a escolha do volume do reservatório foi feita a partir dos testes realizados com o Programa Netuno. Para cada bloco, realizou-se uma série de iterações até que se conseguisse chegar em um volume apropriado.

A Tabela 4.17 mostra, resumidamente, os dados de entrada necessários para a utilização do Programa Netuno, sendo que eles foram dispostos por bloco. As variáveis de entrada são: área de telhado, coeficiente de perdas, média de moradores por apartamento, soma dos usos finais nos pontos em que se pode utilizar água de chuva no lugar da água tratada (conforme apresentado na Equação 3.5), consumo diário *per capita* e número de apartamentos por bloco.

**Tabela 4.17 – Dados de entrada, separados por bloco, necessários para a utilização do Programa Netuno**

Variável	Bloco		
	A	B	C
Área de telhado (m <sup>2</sup> )	324,0	324,0	324,0
Coeficiente de perdas	0,85	0,85	0,85
Nº de moradores por apartamento	2,25	2,67	2,33
Consumo diário <i>per capita</i> (litros/hab/dia)	179,1	133,3	141,4
Nº de apartamentos por bloco	16,0	17,0	16,0
% de água de chuva que pode ser utilizada no lugar de água tratada	39,2	40,1	42,7

A área de telhado dos três blocos é a mesma: 324m<sup>2</sup>, que é dada pelo produto de 18m por 18m. O coeficiente de perdas adotado também foi o mesmo para os três casos de dimensionamento: 0,85. As demais variáveis seguem as características de cada bloco.

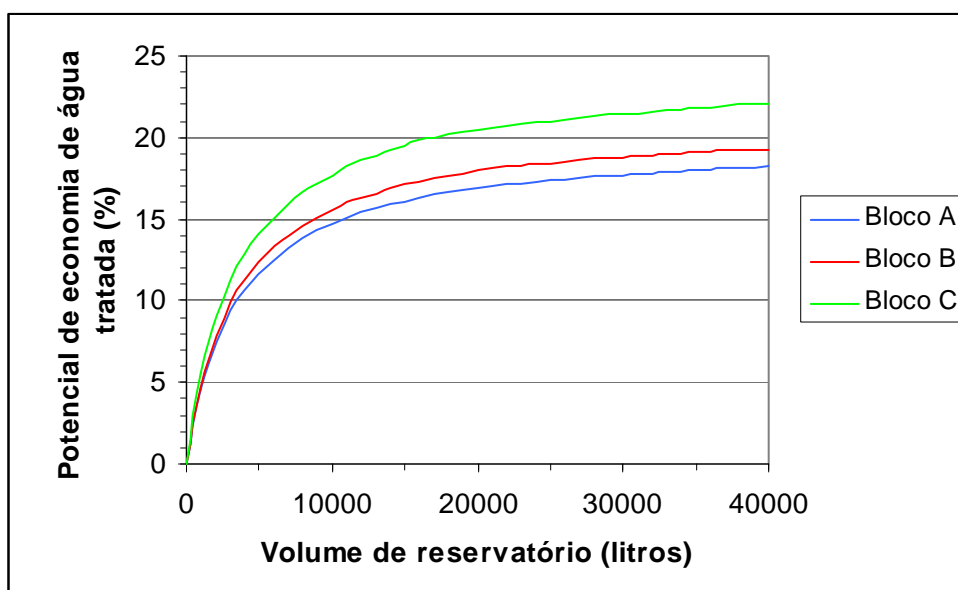
Conforme explicado anteriormente, as iterações devem parar quando a variação do volume do reservatório promover um incremento de apenas 0,5% no potencial de economia de água tratada, utilizando água pluvial. Para o caso do bloco A, este limite seria um reservatório de 9.000 litros, pois passando para 10.000 litros, a variação ocorrida no potencial é de apenas 0,4%. Ainda, para facilitar a execução, seria interessante adotar um reservatório de fibra de vidro com capacidade de 10.000 litros (volume comercialmente vendido e facilmente encontrado), e que proporciona uma economia de água tratada de 14,7%.

Uma explicação plausível para que este potencial de economia de água tratada tenha dado tão baixo, é que há uma área de telhado muito pequena para um consumo muito elevado de água, tendo em vista que se trata de um bloco residencial com 16 apartamentos, a uma média de 2,25 moradores por apartamento. Como a área de captação de água de chuva é muito menor que a sua demanda, não há como se obter um potencial de economia maior só utilizando água pluvial.

Utilizando-se os dados de entrada para o bloco B, verifica-se que a análise fornecida pelo Programa Netuno indica um volume ideal de reservatório de 10.000 litros, pois passando-se para 11.000 litros o incremento no potencial de economia é de apenas 0,4%. Adotando-se este reservatório obtém-se um potencial de economia de água tratada de 15,6%.

Para o bloco C, ao se aumentar o volume de 11.000 para 12.000 litros, houve um acréscimo de 0,4% no potencial de economia de água tratada. Sendo assim, um volume adequado a ser adotado seria 11.000 litros. Entretanto, para se ter uma homogeneidade nas soluções, optou-se em adotar um reservatório de 10.000 litros, pois a diferença, tanto em volume quanto em potencial de economia, é bastante pequena entre os dois reservatórios. A solução adotada para o bloco C proporciona uma economia de água tratada da ordem de 17,7%.

Todos os resultados obtidos para os blocos A, B e C, encontram-se ilustrados na Figura 4.10, para que se possa fazer um estudo comparativo.



**Figura 4.10 – Resultados de dimensionamento de reservatório obtidos para os blocos A, B e C utilizando-se o Programa Netuno**

Através da análise da figura anterior, observa-se que os blocos A e B possuem quase o mesmo comportamento, pois as linhas do gráfico possuem simetria e proximidade entre si. Sendo assim, o volume de reservatório que for adotado para os dois casos, remete a uma porcentagem de economia de água tratada quase igual para os dois blocos. Já o bloco C, devido às suas características de consumo diário de água e de usos finais, apresenta um comportamento levemente diferente dos demais blocos. Ao se adotar um mesmo volume de reservatório para todos os três blocos, percebe-se que no bloco C haverá um potencial de economia de água tratada ligeiramente maior que nos outros dois.

É importante observar que estas etapas de cálculo foram realizadas para se determinar os volumes dos reservatórios inferiores de cada bloco. Agora, de acordo com o que foi exposto no item 3.7, faz-se necessária a determinação dos volumes dos reservatórios superiores. Estes, por sua vez, serão dimensionados para armazenar a quantidade de água diariamente consumida no vaso sanitário, no processo de lavagem de roupas e no uso da torneira do tanque.

A Tabela 4.16 informa as médias diárias de consumo *per capita*, através das quais será possível chegar aos respectivos consumos em litros/dia para cada bloco. Para que isto ocorra, basta efetuar o produto entre estes valores de consumo pelo número de apartamentos por bloco e também pela média de moradores por

apartamento. O passo seguinte é efetuar um novo produto entre este consumo diário obtido para cada bloco pelos respectivos usos finais, dados pela soma entre os valores do vaso sanitário, da lavação de roupas e da torneira do tanque. Feito isso, basta escolher um volume de reservatório adequado a este valor obtido.

A Tabela 4.18 mostra os dados e cálculos de volume executados para o dimensionamento. Já a Tabela 4.19 apresenta um resumo das soluções adotadas, tanto para reservatórios inferiores, quanto para reservatórios superiores. Fazendo-se uma análise da Tabela 4.18, percebeu-se que os valores encontram-se bem próximos entre si. Sendo assim, optou-se em dimensionar os reservatórios superiores com o mesmo volume de 3.000 litros, até porque não foi encontrado no mercado reservatório com capacidade de 2.500 litros, que seria ideal.

**Tabela 4.18 – Dados de entrada e cálculos dos volumes de armazenamento dos reservatórios superiores de cada bloco**

<b>Dados</b>	<b>Bloco A</b>	<b>Bloco B</b>	<b>Bloco C</b>
Consumo diário <i>per capita</i> (litros/hab/dia)	179,1	133,3	141,4
Nº de aptos por bloco	16	17	16
Nº de moradores por apto	2,25	2,67	2,33
Soma de usos finais (%)	39,2	40,1	42,7
Volume a ser armazenado (litros)	2527,5	2426,2	2250,9

**Tabela 4.19 – Resumo das soluções adotadas para reservatórios inferior e superior de água de chuva em cada bloco**

<b>Reservatório</b>	<b>Capacidade (litros)</b>		
	<b>Bloco A</b>	<b>Bloco B</b>	<b>Bloco C</b>
Inferior	10.000	10.000	10.000
Superior	3.000	3.000	3.000

#### **4.6. Estimativa do Volume do Reservatório de Água de Reuso**

O dimensionamento do reservatório inferior de reuso leva em consideração, como já foi explicado no item 3.8, a comparação (para cada bloco) entre a soma das parcelas de usos finais do chuveiro, do lavatório e da lavação de roupas com o valor do uso final do vaso sanitário. Esta comparação é o parâmetro definidor do volume a

ser calculado. Se a soma anterior for menor que a demanda do vaso sanitário, dimensiona-se o reservatório de forma a armazenar esta soma de porcentagens de uso final. Caso contrário, o dimensionamento deve ser feito de forma a atender a demanda do vaso sanitário.

Em linhas gerais, as etapas de cálculo seguem o que já foi feito para a determinação de volume dos reservatórios superiores de água pluvial, logo, a base da Tabela 4.18 pode ser utilizada, gerando a Tabela 4.20, que mostra os dados necessários e os respectivos cálculos de volumes.

Para o bloco A, tem-se uma soma dos usos finais no valor de 28,7%, sendo que a demanda no vaso sanitário é de 35,1%. Percebe-se que a quantidade de água passível de ser reutilizada não é suficiente para atender a toda demanda. Neste caso, para o bloco A, é interessante adotar um volume de reservatório que consiga armazenar o valor correspondente aos 28,7%.

O bloco B tem um valor de 52,5% referente à soma dos usos finais do lavatório, chuveiro e lavação de roupas, e gasta 29,7% do consumo de água com o vaso sanitário. Neste caso, a demanda de água é menor que o volume que se pode economizar. Diante disso, o dimensionamento deve ser feito em função do consumo do vaso sanitário.

Já para o caso do bloco C, a soma dos usos finais considerados é de 48,6%, sendo que o uso final do vaso sanitário é de 34,8%. Então, o procedimento a ser seguido é o mesmo que foi realizado para o bloco B, ou seja, determinar o volume em função do vaso sanitário.

**Tabela 4.20 – Dados de entrada e cálculos dos volumes de armazenamento dos reservatórios de água de reuso**

<b>Dados</b>	<b>Bloco A</b>	<b>Bloco B</b>	<b>Bloco C</b>
Consumo diário <i>per capita</i> (litros/hab/dia)	179,1	133,3	141,4
Nº de aptos por bloco	16	17	16
Nº de moradores por apto	2,25	2,67	2,33
Soma de usos finais* (%)	28,7	52,5	48,6
Uso final do vaso sanitário (%)	35,1	29,7	34,8
Volume a ser armazenado (litros)	1850,5	1797,0	1834,4

\* chuveiro + lavatório + lavação de roupas

Após verificados os volumes de água a serem armazenados, nota-se que é interessante adotar soluções iguais para todos os blocos. Com isso, optou-se em uniformizar as escolhas para os reservatórios inferiores, utilizando 2.000 litros em todos os três casos. Este volume gera potenciais de economia de água tratada de 28,7%, 33,0% e 37,9% para os blocos A, B e C, respectivamente.

Verifica-se que nos blocos B e C ocorreu um aumento no potencial de economia de água tratada, enquanto que no bloco A não houve mudança. Isso se deve ao fato de nos blocos B e C o dimensionamento ter sido feito em função da demanda do vaso sanitário. Sendo assim, ao se adotar um volume maior de reservatório, foi possível economizar mais água. Já no bloco A, o dimensionamento foi realizado em função dos usos finais de chuveiro, lavatório e lavação de roupas. Logo, mesmo que seja adotado um reservatório maior, não será possível aumentar a economia de água.

Não há necessidade, como já foi dito no capítulo de Metodologia, de se fazer o dimensionamento dos reservatórios superiores, pois os volumes utilizados serão os mesmos que foram determinados para os reservatórios inferiores, ou seja, 2.000 litros. Então, a Tabela 4.21 vem apresentar um resumo das opções adotadas para cada situação.

**Tabela 4.21 – Resumo das soluções adotadas para reservatórios inferior e superior de água de reuso em cada bloco**

Reservatório	Capacidade (litros)		
	Bloco A	Bloco B	Bloco C
Inferior	2.000	2.000	2.000
Superior	2.000	2.000	2.000

#### **4.7. Estimativas dos Volumes dos Reservatórios Considerando Utilização Simultânea dos dois Sistemas**

Ao se fazer uso dos dois sistemas simultaneamente, verifica-se que apenas o reservatório de água pluvial sofrerá mudanças no seu volume, conforme discussão já realizada no item 3.9. Diante disso, o processo de dimensionamento resume-se à

comparação das porcentagens referentes ao reservatório adotado para o reuso, com a porcentagem de água tratada que pode ser substituída por água de chuva. É para essa diferença que deverão ser calculados os novos reservatórios de água pluvial, que tendem a ficar com volumes menores, pois estão sendo utilizados em conjunto com o sistema de reuso de águas cinzas.

A Tabela 4.22 mostra os dados de entrada necessários para a determinação de volume através da utilização do Programa Netuno. Vale lembrar que no processo de cálculo foram considerados um coeficiente de perdas de 0,85 e uma área de telhado de 324m<sup>2</sup>, conforme já havia sido explicado e utilizado anteriormente.

**Tabela 4.22 – Dados de entrada e cálculos dos volumes de armazenamento dos reservatórios, considerando o uso de água de chuva e reuso de águas cinzas**

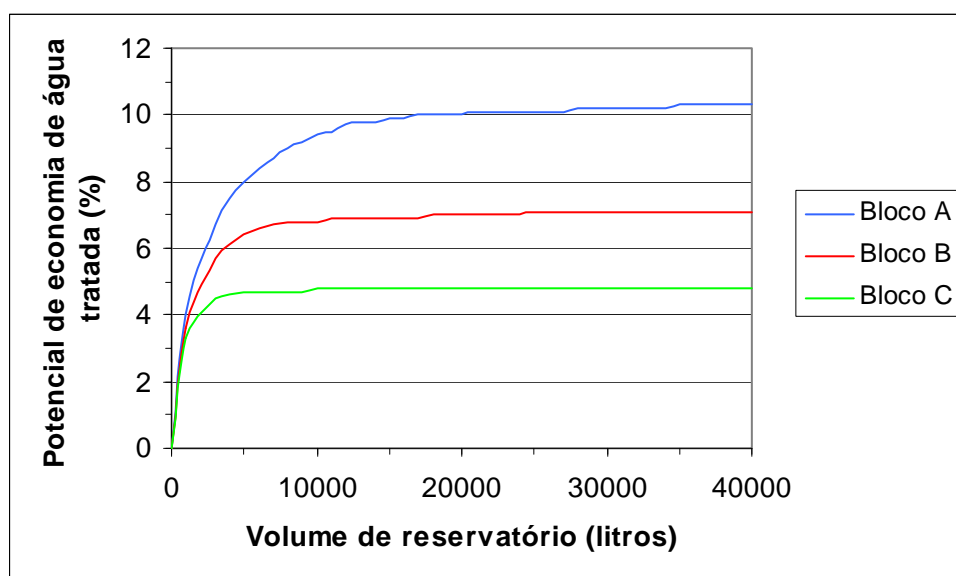
<b>Dados</b>	<b>Bloco A</b>	<b>Bloco B</b>	<b>Bloco C</b>
Consumo diário <i>per capita</i> (litros/hab/dia)	179,1	133,3	141,4
Nº de aptos por bloco	16	17	16
Nº de moradores por apto	2,25	2,67	2,33
% de economia de água tratada obtida através volume do reservatório de reuso adotado	28,7	33,0	37,9
% de água tratada que pode ser substituída por água de chuva	39,2	40,1	42,7
Diferença das porcentagens anteriores (%)	10,5	7,1	4,8

Para o bloco A, o volume adequado de reservatório é de 5.000 litros, pois passando-se para 6.000 litros, o aumento no potencial de economia de água tratada é de apenas 0,4%. No caso do bloco B, o volume que se mostra mais apropriado é o de 3.000 litros, pois ao se aumentar este valor em 1.000 litros, o incremento de economia obtido é de 0,4%. O bloco C, seguindo o mesmo processo de dimensionamento realizado para os blocos A e B, deve possuir um reservatório de capacidade 2.000 litros.

Constata-se que cada bloco possui um volume de armazenamento diferente e, tendo em vista que se deseja facilitar a execução de todo este sistema, a saída encontrada foi a de utilizar a mesma capacidade volumétrica em todos os três casos. Sendo assim, poderia ser usado um reservatório de 3.000 litros, que atende plenamente aos blocos B e C e não ao bloco A, ou um de 5.000 litros, que atende a todos os blocos. Optou-se em padronizar a escolha para um volume de 5.000 litros.

Com isso, os potenciais de economia de água tratada, utilizando-se água de chuva, obtidos para os blocos A, B e C foram de 8,0%, 6,4% e 4,7%, respectivamente.

A Figura 4.11 mostra como se comporta o potencial de economia de água tratada em função da variação do volume. Percebe-se que o bloco C possui a sua curva bastante distinta das demais, que vem a confirmar o fato de este bloco possuir a menor economia de água tratada dentre eles.



**Figura 4.11 – Resultados de dimensionamento de reservatório obtidos para os blocos A, B e C utilizando-se o Programa Netuno**

Todo este processo de dimensionamento foi executado para a determinação dos reservatórios inferiores de água pluvial de cada bloco. Para o caso dos reservatórios superiores, verifica-se que não há necessidade de se realizar novos dimensionamentos, uma vez que eles possuirão os mesmos volumes já calculados no item 4.5, ou seja, 3.000 litros. Diante disso, a Tabela 4.23 apresenta um resumo das soluções escolhidas.



**Tabela 4.23 – Resumo das soluções adotadas para os reservatórios inferior e superior de cada bloco**

Reservatório		Capacidade (litros)		
		Bloco A	Bloco B	Bloco C
Água pluvial	Inferior	5.000	5.000	5.000
	Superior	3.000	3.000	3.000
Reuso	Inferior	2.000	2.000	2.000
	Superior	2.000	2.000	2.000

Logo, a utilização de um sistema de aproveitamento de água pluvial em conjunto com um de reuso de águas cinzas, proporciona elevados potenciais de economia de água tratada, maiores que para os casos anteriormente estudados. Estes valores são dados pela soma dos potenciais, onde foram atingidos os seguintes patamares: 36,7, 39,4 e 42,6%, respectivamente para os blocos A, B e C.

#### **4.8. Análise Econômica**

Como já foi explanado no capítulo 3, a análise econômica complementa o estudo realizado sobre potencial de economia de água tratada. O foco desta análise é fazer um levantamento de materiais, custos dos mesmos e da mão-de-obra necessária, donde será possível chegar ao valor de implantação de cada sistema. Entretanto, esta análise econômica servirá como indicador para novos condomínios, pois não se tem a pretensão de implantar estes sistemas no Condomínio em estudo.

Primeiramente, foram feitas visitas *in loco* em cada um dos três blocos, para que fosse possível observar marcas, modelos, tipos e quantidades de materiais que já estão instalados. Após, conhecendo-se a disposição dos apartamentos por pavimento, foi possível identificar e localizar tubulações, cisternas, moto-bombas, bem como as demais instalações de cada bloco.

Considerando-se que seja implantado em um novo empreendimento um dos dois sistemas, ou até mesmo os dois ao mesmo tempo, verificou-se que a quantidade de tubulação e conexões necessárias além das que já fazem parte de uma instalação hidro-sanitária comum, é mínima. Basta que se acrescente um mecanismo que ofereça prioridade ao uso da água proveniente da captação da chuva ou do sistema de

reutilização de águas servidas, garantindo, assim, que o uso de água tratada só seja feito quando o reservatório de cada um destes sistemas estiver esgotado. No caso da utilização dos dois sistemas simultaneamente, a ordem prioritária de consumo de água deve ser: água de reuso, água de chuva e água tratada.

Sendo assim, para se estimar os gastos com tubulação e conexões, optou-se em adotar uma porcentagem do montante final orçado. De acordo com a Tigre (2005), tubos e conexões custam menos de 3% do valor de uma obra. Para o estudo em questão, estabeleceu-se que após concluídos os levantamentos, será aplicado um fator de 15% sobre o total deste orçamento, que corresponderá ao custo de tubos, conexões e filtros. Esta porcentagem foi arbitrada de forma a suprir todos estes custos, inclusive os de instalação interna na edificação.

Os pontos que merecem mais atenção nessa questão de custos, são os reservatórios e as moto-bombas. Conforme recomenda a NBR 5626 (ABNT, 1998), as instalações elevatórias devem possuir no mínimo duas moto-bombas independentes para assegurar o abastecimento de água no caso de falha de uma das unidades. As visitas mostraram a existência de duas moto-bombas de 1,5 CV de potência por bloco. No entanto, verificou-se que o sistema está super dimensionado. Para a alimentação de um prédio de quatro pavimentos, que é o caso dos blocos em estudo, bastariam duas moto-bombas de  $\frac{3}{4}$  CV cada uma. Com isso, para efeitos de orçamento, seriam necessárias mais duas moto-bombas de  $\frac{3}{4}$  CV para que se fosse instalado cada um dos dois sistemas. Considerando um valor médio de mercado deste equipamento de R\$400,00, os montantes gastos são apresentados através das Tabelas 4.24 a 4.26, que mostram todos os custos de implantação, por bloco e para o Condomínio, de cada sistema e da hipótese de se adotar os dois sistemas juntos.

Os gastos com energia também foram considerados nesta etapa. Foi estipulado que cada sistema possuirá uma moto-bomba de  $\frac{3}{4}$ " funcionando 5h/dia, 30 dias por mês, exceto quando se utiliza os dois sistemas simultaneamente. Neste caso são necessários duas moto-bombas. Para a determinação deste custo de energia, foi necessário fazer realizar um levantamento junto à CELESC que mostrasse o custo do KWh. Verificou-se que a tarifa praticada é de R\$0,337/KWh (até um limite de 150KWh, acima disso o valor muda). De posse deste valor, foi possível fazer um levantamento de gastos de energia, verificando que ele se mostrou muito pequeno frente aos outros dados.

Após realizados os estudos que determinaram os volumes de reservatórios, tanto inferiores quanto superiores, para cada tipo de solução a ser adotada, fez-se uma pesquisa de mercado a fim de se obter os valores médios de preços de cada um deles. Optou-se em adotar reservatórios de fibra de vidro, por se mostrarem mais baratos e mais convenientes. Diante disso, as capacidades volumétricas levantadas foram: 2.000, 3.000, 5.000 e 10.000 litros, sendo que o custo médio de cada uma delas foi de R\$ 385,00, R\$ 550,00, R\$ 1.020,00 e R\$ 1.750,00, respectivamente.

Para se quantificar a mão-de-obra, fez-se uma pesquisa com uma empreiteira especializada em execução de projetos hidro-sanitários. Como já foi explicado no item 3.10, optou-se em fornecer este preço de mão-de-obra em regime de custo por hora trabalhada. Logo, chegou-se a um valor de R\$ 8,00/hora. O tempo de execução e instalação dos serviços varia dependendo do tipo de solução a ser adotada. Na Tabelas 4.24 a 4.26, podem ser verificadas as quantidades de horas necessárias em cada caso e os seus respectivos custos finais.

Os custos do sistema de tratamento de efluentes por zonas de raízes também foram levantados. Considerou-se uma área de tratamento de 0,8m<sup>2</sup>/habitante, a um custo de R\$49,00/m<sup>2</sup>. Efetuando-se o produto entre o 0,8 e as médias de 2,24hab/apto e 16,33aptos/bloco, chega-se a uma área de tratamento de 32m<sup>2</sup>/bloco.

Vale ressaltar que a instalação de reservatórios no topo de edificações promove um grande incremento de cargas na estrutura das mesmas. Talvez seja inviável realizar este tipo de procedimento em prédios já construídos, também pela falta de espaço, mas é perfeitamente aceitável em edificações ainda em fase de projeto.

**Tabela 4.24 – Resumo dos custos de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial**

<b>ÁGUA PLUVIAL</b>			
<b>Material</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Qtde/bloco</b>	<b>Total (R\$)</b>
Moto-bomba de ¾ CV	R\$400,00	2 unid.	R\$800,00
Reservatório de 3.000L	R\$550,00	1 unid.	R\$550,00
Reservatório de 10.000L	R\$1.750,00	1 unid.	R\$1.750,00
Mão-de-obra	R\$8,00/hora	80h	R\$640,00
Energia (moto-bombas)	---	4h/dia	R\$56,87
Tubulação, conexões e filtros	15% do total	---	R\$569,53
<b>Custo Total por Bloco</b>			<b>R\$4.366,40</b>
<b>Custo Total para o Condomínio</b>			<b>R\$13.099,20</b>

**Tabela 4.25 – Resumo dos custos de implantação de um sistema de reuso de águas cinzas**

<b>REUSO</b>			
<b>Material</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Qtde/bloco</b>	<b>Total (R\$)</b>
Moto-bomba de ¾ CV	R\$400,00	2 unid.	R\$800,00
Reservatório de 2.000L	R\$385,00	2 unid.	R\$770,00
Mão-de-obra	R\$8,00/hora	80h	R\$640,00
Energia (moto-bombas)	---	4h/dia	R\$56,87
Zonas de raízes	R\$49,00/m <sup>2</sup>	32m <sup>2</sup> /bloco	R\$1.536,33
Tubulação, conexões e filtros	15% do total	---	R\$570,48
<b>Custo Total por Bloco</b>			<b>R\$4.373,68</b>
<b>Custo Total para o Condomínio</b>			<b>R\$13.121,00</b>

**Tabela 4.26 – Resumo dos custos de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em conjunto com um sistema de reuso de águas cinzas**

<b>ÁGUA PLUVIAL + REUSO</b>			
<b>Material</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Qtde/bloco</b>	<b>Total (R\$)</b>
Moto-bomba de ¾ CV	R\$400,00	4 unid.	R\$800,00
Reservatório de 2.000L	R\$385,00	2 unid.	R\$770,00
Reservatório de 3.000L	R\$550,00	1 unid.	R\$550,00
Reservatório de 5.000L	R\$1.020,00	1 unid.	R\$1.020,00
Mão-de-obra	R\$8,00/hora	160h	R\$1.280,00
Energia (moto-bombas)	---	(4h/dia)x2	R\$113,74
Zonas de raízes	R\$49,00/m <sup>2</sup>	32m <sup>2</sup> /bloco	R\$1.536,33
Tubulação, conexões e filtros	15% do total	---	R\$910,51
<b>Custo Total por Bloco</b>			<b>R\$6.980,58</b>
<b>Custo Total para o Condomínio</b>			<b>R\$20.941,70</b>

A análise das Tabelas 4.24 a 4.26 indica que a implantação de um sistema de captação de águas pluviais é o que apresenta o menor custo por bloco, dentre as opções existentes. Entretanto, ele não possui um elevado potencial de economia de água tratada, conforme mostrado no item 4.5.

O sistema de reuso de águas cinzas possui custo praticamente igual ao de aproveitamento de água de chuva, mas o potencial de economia de água tratada proporcionado é muito maior, conforme pode ser verificado no item 4.6.

Se a opção for a de se utilizar os dois sistemas simultaneamente, percebe-se que o custo se eleva um pouco mas, através da análise do item 4.7, verifica-se que este possibilita o maior potencial de economia de água tratada dentre as três opções existentes., o que o torna bastante atraente.

Outro ponto que merece destaque na análise econômica, é o estudo que aponta a economia, em reais, obtida a partir da escolha do sistema a ser utilizado. Ele mostra qual seria o *payback*, ou seja, o período de retorno para o capital investido. O estudo foi realizado através de um *payback* simples, para cada uma das três técnicas. A Tabela 4.27 apresenta as faixas de consumo de água e os valores que a CASAN considera em sua tabela tarifária para edificações residenciais.

**Tabela 4.27 – Tabela tarifária utilizada pela CASAN para edificações residenciais**

<b>Tabela tarifária da CASAN</b>	
<b>Faixa de consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Custo (R\$)</b>
0 a 10	1,705
11 a 25	2,975
26 em diante	4,064

A Equação 3.7 aponta o valor médio de consumo diário *per capita* de cada bloco. Já a Equação 3.8 mostra os gastos atuais com água para cada bloco, enquanto que a Equação 3.9 apresenta os novos gastos com água, por bloco, ao se considerar a utilização de cada uma das três técnicas possíveis. Para este cálculo, foi utilizado um mês hipotético com 30 dias. A diferença entre os dois resultados e a comparação com os custos de implantação de cada sistema, apresenta o período de retorno dos investimentos realizados, conforme mostrado na Equação 3.10. Todas estas etapas de cálculo e os resultados obtidos para cada um dos três sistemas estão contidos nas Tabelas 4.28 a 4.30.

É bastante importante ressaltar que a CASAN efetua a cobrança de uma taxa mínima de consumo de 10m<sup>3</sup> por residência/apartamento. Logo, quando o novo consumo calculado através da Equação 3.9 se apresentava com valor inferior à taxa mínima, considerou-se a cobrança da mesma. Sendo assim, em alguns casos não se obteve período de retorno, ou este se mostrou muito pequeno. Isto ocorreu

justamente devido à esta cobrança, que acaba impossibilitando que a economia obtida seja considerada plenamente.

**Tabela 4.28 – Tempo de retorno para investimento em um sistema de captação de água pluvial**

<b>Água Pluvial</b>			
<b>Dados</b>	<b>Bloco A</b>	<b>Bloco B</b>	<b>Bloco C</b>
Economia de água tratada (%)	14,7	15,6	17,7
Custo do sistema (R\$)	4366,40	4366,40	4366,40
Nº de apartamentos	16	17	16
Mês hipotético (dias)	30	30	30
Média diária (m <sup>3</sup> /dia)	6,4	6,1	5,3
Média mensal atual por apto (m <sup>3</sup> /mês)	12,0	10,8	10,0
Gasto atual com água por apto (R\$/mês)	41,40	34,97	30,69
Gasto atual com água por bloco (R\$/mês)	662,40	594,56	491,04
Nova média mensal por apto (m <sup>3</sup> /mês)	10,2	9,1	8,2
Novo consumo por apto (R\$/mês)	31,76	30,69	30,69
Novo consumo por bloco (R\$/mês)	508,18	521,73	491,04
Economia por bloco (R\$/mês)	154,22	72,83	0,00
<b>Payback por bloco (anos)</b>	<b>2,4</b>	<b>5,0</b>	<b>não há</b>

**Tabela 4.29 – Tempo de retorno para investimento em um sistema de reuso de águas cinzas**

<b>Reuso</b>			
<b>Dados</b>	<b>Bloco A</b>	<b>Bloco B</b>	<b>Bloco C</b>
Economia de água tratada (%)	28,7	33,0	37,9
Custo do sistema (R\$)	4373,68	4373,68	4373,68
Nº de apartamentos	16	17	16
Mês hipotético (dias)	30	30	30
Média diária (m <sup>3</sup> /dia)	6,4	6,1	5,3
Média mensal atual por apto (m <sup>3</sup> /mês)	12,0	10,8	10,0
Gasto atual com água por apto (R\$/mês)	41,40	34,97	30,69
Gasto atual com água por bloco (R\$/mês)	662,40	594,56	491,04
Nova média mensal por apto (m <sup>3</sup> /mês)	8,6	7,2	6,2
Novo consumo por apto (R\$/mês)	30,69	30,69	30,69
Novo consumo por bloco (R\$/mês)	491,04	521,73	491,04
Economia por bloco (R\$/mês)	171,36	72,83	0,00
<b>Payback por bloco (anos)</b>	<b>2,1</b>	<b>5,0</b>	<b>não há</b>

**Tabela 4.30 – Tempo de retorno para investimento em um sistema que utiliza simultaneamente captação de água pluvial e reuso de águas cinzas**

<b>Água Pluvial + Reuso</b>			
<b>Dados</b>	<b>Bloco A</b>	<b>Bloco B</b>	<b>Bloco C</b>
Economia de água tratada (%)	36,7	39,4	42,6
Custo do sistema (R\$)	6980,58	6980,58	6980,58
Nº de apartamentos	16	17	16
Mês hipotético (dias)	30	30	30
Média diária (m <sup>3</sup> /dia)	6,4	6,1	5,3
Média mensal atual por apto (m <sup>3</sup> /mês)	12,0	10,8	10,0
Gasto atual com água por apto (R\$/mês)	41,40	34,97	30,69
Gasto atual com água por bloco (R\$/mês)	662,40	594,56	491,04
Nova média mensal por apto (m <sup>3</sup> /mês)	7,6	6,5	5,7
Novo consumo por apto (R\$/mês)	30,69	30,69	30,69
Novo consumo por bloco (R\$/mês)	491,04	521,73	491,04
Economia por bloco (R\$/mês)	171,36	72,83	0,00
<b>Payback por bloco (anos)</b>	<b>3,4</b>	<b>8,0</b>	<b>não há</b>

A análise das tabelas anteriores aponta que o sistema de reuso de água cinzas apresenta o menor tempo de retorno de investimento. A utilização em conjunto dos sistemas de captação de água pluvial e reuso de águas cinzas, apesar de possuir o maior tempo de retorno, apresenta os maiores potenciais de economia de água tratada. Este tempo de retorno não chega a ser tão elevado, se for considerada a vida útil de uma edificação. Basta lembrar que o Condomínio em estudo possui 24 anos de existência.

#### **4.9. Análise Paramétrica dos Resultados Obtidos**

Com a finalidade de verificar possíveis variações no comportamento dos volumes dos reservatórios de água de chuva e de reuso e nos respectivos potenciais de economia de água tratada, elaborou-se esta análise paramétrica.

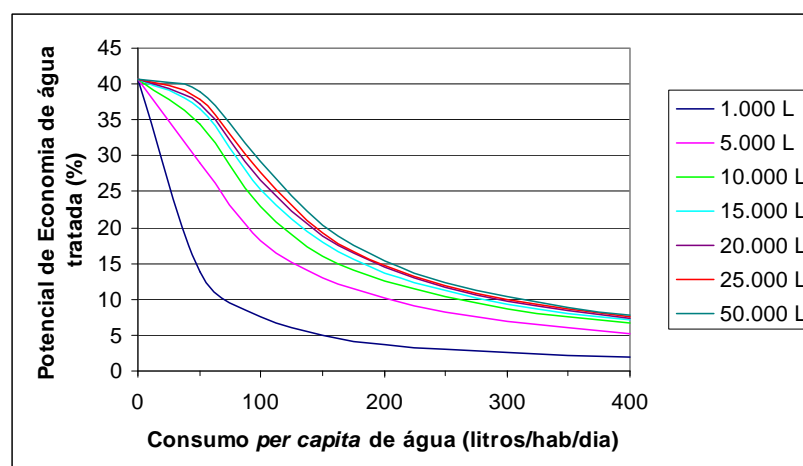
No caso do aproveitamento de água pluvial, o processo começou com a realização de uma média, entre os três blocos, dos valores de entrada de dados necessários à utilização do Programa Netuno. Através desses valores medianos, que estão apresentados na Tabela 4.31, foram confeccionados os gráficos das Figuras 4.12 a 4.15.

**Tabela 4.31 – Dados de entrada para a utilização do Programa Netuno**

Dados de entrada	Valores
Consumo diário <i>per capita</i> (litros/hab/dia)	151,3
Nº de aptos por bloco	16,3
Nº de moradores por apto	2,4
Área de telhado (m <sup>2</sup> )	324
Coefficiente de perdas	0,85
% de água de chuva que pode ser utilizada no lugar de água tratada	40,7

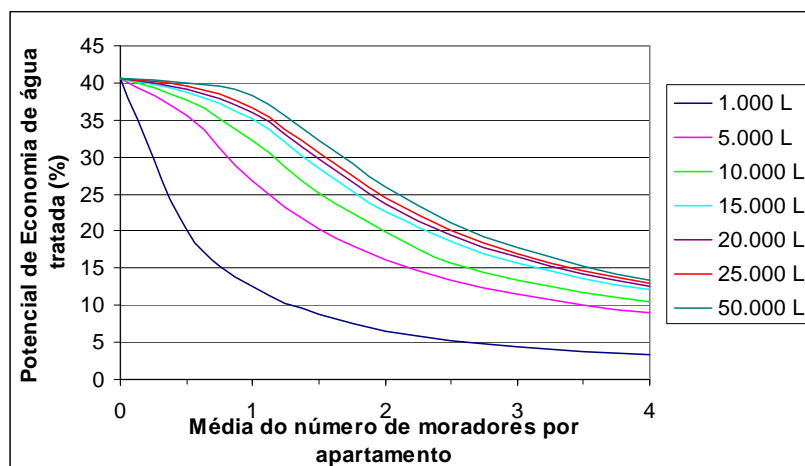
Na Figura 4.12, toda a entrada de dados foi mantida constante, exceto os valores de volume de reservatório e de consumo diário *per capita*, que variaram de 0 a 400 litros/hab/dia. Com isso, foi possível analisar o comportamento do potencial de economia de água tratada obtido.

O mesmo processo foi repetido para a Figura 4.13, só que neste caso foi o parâmetro “número de moradores por apartamento” que sofreu variações de 0 a 4 moradores/apto. Para a Figura 4.14, o item “área de telhado” teve o seu valor analisado em um intervalo de 0 a 800m<sup>2</sup>. E, por fim, a Figura 4.15 vem complementar esta análise, através da variação da porcentagem de água que pode ser substituída por água de chuva, que foi considerada de 0 a 100%.

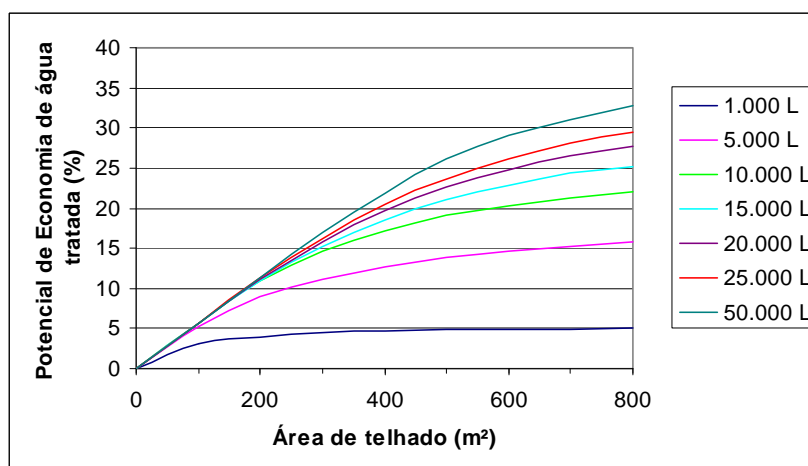


**Figura 4.12 – Análise Paramétrica de acordo com a variação do consumo diário *per capita***

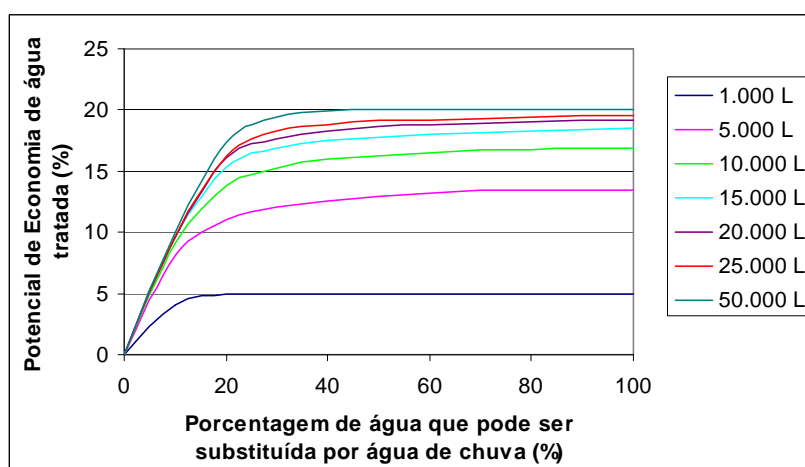




**Figura 4.13 – Análise Paramétrica de acordo com a variação do número de moradores por apartamento**



**Figura 4.14 – Análise Paramétrica de acordo com a variação da área de telhado**



**Figura 4.15 – Análise Paramétrica de acordo com a variação da percentagem de água que pode ser substituída por água de chuva**

A análise da Figura 4.12 indica que, a partir de um volume de reservatório de 10.000 litros, as curvas possuem comportamentos muito próximos entre si. Sendo assim, ao se fazer variar o consumo diário *per capita*, a utilização de reservatórios com volumes diferentes (mas acima de 10.000 litros) irá promover potenciais de economia de água tratada semelhantes entre si.

A Figura 4.13 mostra que a curva do volume de 1.000 litros destoa bastante das demais. Entretanto, acima de 15.000 litros, há um padrão de comportamento bastante semelhante entre elas.

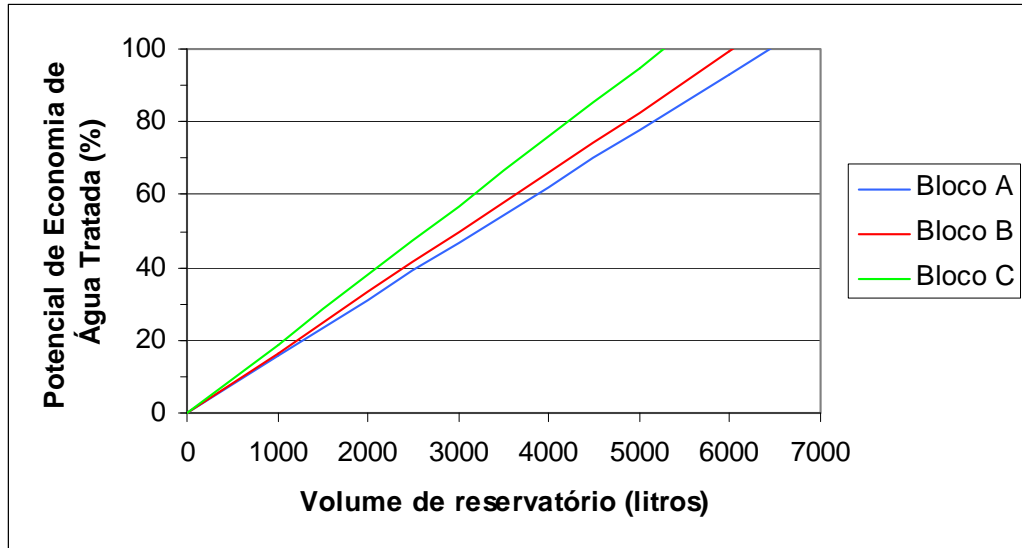
No caso da variação da área de telhado, representado através da Figura 4.14, não há como efetuar comparações entre as curvas, pois todas elas possuem comportamentos diferentes. Logo, conclui-se que a variação da área de telhado (mantendo-se os demais dados constantes) promove grandes diferenças nos potenciais de economia de água tratada ao se utilizar reservatórios com capacidades volumétricas distintas.

A Figura 4.15 se mostra como a mais importante delas, pois apresenta a análise paramétrica de acordo com a variação da porcentagem de água que pode ser substituída por água pluvial. Diante disso, verifica-se que se este percentual for de até 30%, a economia de água tratada cresce consideravelmente, para qualquer que seja o volume de reservatório utilizado. Entretanto, após este patamar, ela cresce muito pouco ou até se estabiliza, fato este devido aos outros dados característicos, que não deixam o potencial de economia de água tratada aumentar.

O estudo realizado para os reservatórios de água de reuso seguiu uma linha de raciocínio um pouco diferente. Ele foi feito considerando os dados de cada bloco, o que gerou uma análise entre porcentagem de água passível de ser reutilizada *versus* volume do reservatório.

A Figura 4.16 contém os resultados obtidos para cada bloco, onde as soluções podem ser visualizadas e analisadas individualmente. Percebe-se que o bloco C é o que possui os maiores índices de economia de água tratada pois, neste caso, a reta que mostra a relação entre os valores de volume *versus* economia atinge a marca de 100% antes das demais retas. Isto se deve às características deste bloco, bem como as demais retas também dependem dos valores de consumo e de água passível de ser reutilizada de cada bloco. Verifica-se que o bloco A é o que apresenta o menor índice

de economia de água tratada dos três, valor este que pode ser atribuído ao seu alto consumo de 179,1 litros/hab/dia.



**Figura 4.16 – Análise Paramétrica para os volumes dos reservatórios de reuso dos blocos A, B e C**

CAPÍTULO 5  
**CONCLUSÕES**

## 5.1. Conclusões Gerais

O presente trabalho estimou o potencial de economia de água tratada passível de ser obtido através do aproveitamento de água pluvial, do reuso de águas cinzas e da utilização dos dois sistemas simultaneamente em um condomínio residencial de Florianópolis – SC.

A primeira etapa do trabalho consistiu em realizar entrevistas e medições de vazão, que serviram como base para a determinação do consumo diário de água por morador, por apartamento, por bloco e para o Condomínio em geral. Esta etapa também serviu para se fazer uma estimativa preliminar acerca dos usos finais de água.

Dados da CASAN também foram levantados, a fim de verificar o consumo real de água do Condomínio. Este consumo real de água por bloco, ao ser comparado com o estimado, mostrou-se bastante diferente. O estimado para os blocos A, B e C ficaram em torno de 166,3, 197,8 e 152,8 litros/hab/dia, enquanto que o real era de 179,1, 133,3 e 141,4 litros/hab/dia. Esta não conformidade já era esperada, tendo em vista que há grande possibilidade de ocorrer incertezas nas respostas dos entrevistados e considerando-se que não foi realizado nenhum teste para detectar a ocorrência de vazamentos nos blocos. Observou-se que o consumo diário *per capita* apresentado para cada bloco encontra-se acima da recomendação estabelecida pela Organização das Nações Unidas (120 litros/hab/dia) e da média de consumo que a própria CASAN fornece (128 litros/hab/dia).

Ainda na primeira etapa, foram realizadas estimativas de usos finais para cada bloco e para o Condomínio em geral. Percebeu-se que havia uma parcela muito alta de uso final na torneira da cozinha: 34,0, 35,1 e 20,7% para os blocos A, B e C.

Os possíveis erros ocorridos em respostas duvidosas foram minorados através da realização de uma Análise de Sensibilidade, que determinou quais eram os dispositivos mais sensíveis em cada bloco. No caso dos blocos B e C, o dispositivo mais sensível foi a torneira da cozinha, cuja variação de apenas 2 minutos gerou erros de 9,7 e 8,7% sobre o consumo final de água. Já para o bloco A, o vaso sanitário despontou como aparelho mais suscetível a erros e incertezas, pois uma

variação de uma vez na sua utilização, gerou um acréscimo de 7,9% no consumo final de água.

Foi necessário corrigir os usos finais em função dos resultados da Análise de Sensibilidade. Estes novos valores apresentaram uma distribuição mais coerente, contudo, os usos finais corrigidos continuaram apontando um valor alto de consumo da torneira da cozinha no bloco A, cerca de 33,6%. Disso, conclui-se que, mesmo após realizado um detalhado estudo de Análise de Sensibilidade, alguns erros e imprecisões ainda persistiram.

O passo seguinte foi o dimensionamento de reservatórios. O cálculo dos volumes dos reservatórios inferiores de água pluvial foi realizado com o auxílio do Programa Netuno, que se mostrou bastante confiável e prático. O mesmo possui um algoritmo de fácil entendimento e uma base de dados adequada. O dimensionamento apontou um volume de reservatório de 10.000 litros como ideal, sendo que os resultados de economia de água tratada obtidos para cada bloco foram: 14,7, 15,6 e 17,7%. Estes valores se mostraram baixos devido, possivelmente, à grande quantidade de moradores, que demandam um elevado consumo diário *per capita*. A área de telhado que cada bloco possui é pequena. Este fator também foi determinante na obtenção dos potenciais de economia de água tratada.

A determinação dos volumes de reservatórios foi sucedida pela elaboração de uma análise econômica, que foi realizada com base em pesquisa de mercado, sempre buscando apresentar valores em consonância com a realidade.

O desenvolvimento de um sistema de reutilização de águas cinzas necessita de reservatórios de 2.000 litros e apresenta grandes potenciais de economia de água tratada: 28,7, 33,0 e 37,9% para os blocos A, B e C. Ele também apresentou um custo muito próximo ao do sistema de captação de água de chuva.

Entretanto, a utilização da captação de água pluvial juntamente como reuso de águas cinzas foi a técnica que apresentou os mais elevados potenciais de economia de água tratada. Isto porque um sistema complementa o outro. O reuso continua abrangendo os mesmos potenciais de economia anteriormente citados, mas a água de chuva vem a contribuir para que estas porcentagens aumentem. Sendo assim, os valores obtidos para os blocos A, B e C foram, respectivamente: 36,7, 39,4 e 42,6%.

Diante de todas estas análises realizadas, concluiu-se que o melhor sistema economizador de água a ser adotado, de acordo com as características de cada bloco, é a técnica de captação e aproveitamento de água pluvial em conjunto com o reuso de águas cinzas. A economia de água tratada proporcionada justifica o montante gasto durante a sua implantação, mesmo verificado que o período de retorno do investimento é maior que nos outros casos.

Para finalizar o estudo realizado, fez-se uma análise paramétrica, com o intuito de verificar o comportamento das possíveis soluções. Através dela, observou-se que, quando se faz variar o consumo diário *per capita*, volumes diferentes de reservatórios promovem, a partir de 10.000 litros, potenciais de economia de água tratada semelhantes. Considerando uma variação na área de telhado, percebeu-se que não há como efetuar comparações, pois todos os volumes de reservatório testados apresentam economia bastante distintas entre si.

## **5.2. Limitações do Trabalho**

Durante o período de visitas aos blocos, alguns problemas surgiram, sendo que os mesmos acabaram impossibilitando a obtenção de um completo e preciso levantamento de dados. As principais dificuldades encontradas foram:

- Falta de receptividade das pessoas e vontade de colaborar com o estudo que estava sendo realizado;
- Incertezas nas respostas dos moradores;
- Dificuldades em se obter faturas de consumo da CASAN atualizadas (conseguiu-se apenas de março de 2002 até novembro de 2003);
- Ausência de equipamento próprio para realizar levantamento de vazão no vaso sanitário e medições de vazão pouco precisas em torneiras e chuveiros;
- Amostra pequena de pessoas entrevistadas, o que gerou elevados erros estimados.

### **5.3. Sugestões para Trabalhos Futuros**

Para que trabalhos semelhantes sejam realizados com elevado grau de precisão nos levantamentos e, assim, gerando resultados mais precisos, algumas recomendações poderiam ser seguidas:

- Utilização de amostras mais representativas, que resultem em erros amostrais pequenos;
- Utilização de equipamentos adequados à realização das medições de vazão nos dispositivos;
- Realização de uma análise que considere o comportamento do consumo de água em períodos quentes e frios do ano (verão e inverno);
- Realizar detecção de vazamentos, minorando possíveis erros de consumo de água.



**REFERÊNCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT, **NBR 5626: Instalações Prediais de Água Fria**. Norma Técnica Brasileira, Rio de Janeiro, 1998.

**ÁGUA VIVA** – Disponível em <[www.ate.com.br/agua/noticias](http://www.ate.com.br/agua/noticias)> Acessado em outubro de 2004.

**ANA** – Agência Nacional de Águas. Disponível em <[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)> Acessado em novembro de 2004.

ANDREASI, W. A. **A Atual Demanda Urbana de Água: uma Breve Discussão**. Trabalho apresentado à disciplina de Uso Racional de Água do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2003.

**ANEEL** – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)> Acessado em novembro de 2004.

ASANO, T.; LEVINE, A. D. **Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse: Past Present and Future**. Water Science and Technology. v. 33, n. 10-11, p. 1-14, 1996.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. Ed. UFSC, Florianópolis – SC, 2003.

**BBC BRASIL** – Disponível em <[www.bbc.co.uk/portuguese/ciencia](http://www.bbc.co.uk/portuguese/ciencia)> Acessado em outubro de 2004.

**BELLA CALHA** – Disponível em <[www.bellacalha.com.br](http://www.bellacalha.com.br)> Acessado em janeiro de 2005.

BORSOI, Z. M. F.; TORRES, S. D. A. **A Política de Recursos Hídricos no Brasil**, 2004. Artigo disponível no site <[www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/rev806.pdf](http://www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/rev806.pdf)> Acessado em novembro de 2004.

BRASIL, **Normais Climatológicas (1961 – 1990)**, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Brasília, 1992.

BROWN, L. R.; **Crescimento populacional condena à indigência hidrológica**. Projeto Integrado de Ciências e Matemática para Professores da Rede Pública. UFSCar/CAPES/SEE/DE. Pró-Ciências, 2002.

CARVALHO, R. S. **Água, um bem que precisa ser cuidado**, Coordenador Nacional do Projeto de Estruturação Institucional de Consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos – BRA/OEA/01/002 – SRH/MMA, 2004.

**DECA** – Disponível em: <[www.deca.com.br](http://www.deca.com.br)> Acessado em janeiro de 2005.

GHISI, E. **Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil**, Artigo submetido à revista Building and Environment, mas ainda não publicado, 2004.

GHISI, E.; MONTIBELLER, A.; SCHMIDT, R. W. **Potential for potable water savings by using rainwater: an analysis over 62 cities in southern Brazil**, Artigo submetido à revista Building and Environment, mas ainda não publicado, 2004.

**GOVERNO DE SC** – Disponível em <[www.sc.gov.br](http://www.sc.gov.br)> Acessado em dezembro de 2004.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento de Água da Chuva**. Organic Trading Editora, 1ª edição, Curitiba, 2002.

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acessado em novembro de 2004.

**IRPAA** – Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada. Disponível em: <[www.irpaa.org.br](http://www.irpaa.org.br)> Acessado em janeiro de 2005.

KAMMERS, P. C. **Usos Finais de Água em Edifícios Públicos: Estudo de Caso em Florianópolis – SC.** Relatório Final de Iniciação Científica. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2004.

KUVIATKOSKI, M.; GOUDARD, B.; RAMOS, D. A. **Reuso de Águas Servidas: uma Proposta Prática.** NUTAU – Seminário Internacional – Demandas Sociais, Inovações Tecnológicas e a Cidade. Anais... CD Rom, 2004.

MACIEL, A. A. **Projeto Casa Sustentável em Florianópolis.** Trabalho apresentado à disciplina de Uso Racional de Água do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MACOMBER, P. S. H.; **Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii.** College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa, 2001.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, F. S. **Reúso de Água,** Editora Manole, São Paulo, 2003.

MANO, R. S.; SCHMITT, C. M. **Captação Residencial de Água Pluvial, para fins não potáveis, em Porto Alegre: Aspectos Básicos da Viabilidade Técnica e dos Benefícios do Sistema.** CLACS04 – I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC04 – 10<sup>o</sup> Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo – SP, Anais.... CD Rom, 2004.

MARINOSKI, D.L.; GHISI, E.; GÓMEZ, L.A. **Aproveitamento de Água Pluvial e Dimensionamento de Reservatório para fins não potáveis: Estudo de Caso em um Conjunto Residencial Localizado em Florianópolis-SC.** CLACS04 – I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC04 – 10<sup>o</sup> Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo – SP, Anais.... CD Rom, 2004.

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA** – Disponível em <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)> Acessado em novembro de 2004.

**MMA** – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)> Acessado em novembro de 2004.

MONTIBELLER, A.; SCHMIDT, R. W. **Análise do Potencial de Economia de Água Tratada através da Utilização de Água Pluvial em Santa Catarina.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2004.

**MUNDO DA ÁGUA** – Disponível em <[www.mundodaagua.com](http://www.mundodaagua.com)> Acessado em outubro de 2004.

**NETUNO** – Programa Computacional Netuno – 2004. Disponível em <[www.labeee.ufsc.br/software/netuno.html](http://www.labeee.ufsc.br/software/netuno.html)> Acesso em maio de 2005.

OLIVEIRA, S. M. **Aproveitamento de Águas de Chuva e Reuso de Água em Residências Unifamiliares: Estudo de Caso em Palhoça – SC.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2005.

**PNUD BRASIL** – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em <[www.pnud.org.br](http://www.pnud.org.br)> Acessado em outubro de 2004.

**SABESP** – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em <[www.sabesp.com.br](http://www.sabesp.com.br)> Acessado em outubro de 2004.

SANTANA, M. V. **Análise de Consumo de Água: Condomínio Residencial em Florianópolis.** Trabalho apresentado à disciplina de Uso Racional de Água do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis, 2004.

SCHERER, F. A.; FENDRICH, R. **Economia de Água Potável em Edifícios Escolares por Meio do Aproveitamento das Águas Pluviais.** NUTAU – Seminário Internacional – Demandas Sociais, Inovações Tecnológicas e a Cidade. Anais... CD Rom, 2004.

SICKERMANN, J. M. **Gerenciamento das Águas de Chuva: imprescindível para o futuro das grandes cidades.** Artigo disponível em: <[www.ecoviagem.com.br](http://www.ecoviagem.com.br)> Acessado em janeiro de 2005.

SILVA, L. O. A. B.; SOUZA, M. A. A.; ALLAN, N. J. **Uma Proposta de Reuso de Água em Condomínios Verticais em Brasília – DF.** CLACS04 – I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC04 – 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo – SP, Anais.... CD Rom, 2004.

SILVA, M. C. C. da; MARTINS, J. R. S. **Reuso de Águas Servidas: Sistemas de Abastecimento de Água em Condomínios Residenciais Verticais e Horizontais,** 2000. Artigo disponível em: <[http://www.usp.br/cirra/arquivos/reuso\\_resumo.pdf](http://www.usp.br/cirra/arquivos/reuso_resumo.pdf)> Acessado em janeiro de 2005.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em <[www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br)> Acessado em novembro de 2004.

SOARES, D. A. F. et al. **Considerações a Respeito da Reutilização das Águas Residuárias e Aproveitamento das Águas Pluviais em Edificações.** Artigo apresentado ao Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vitória, 1999. Anais, ABRH, 1999.

STUART, D.; **On-Site Runoff Mitigation with Rooftop Rainwater Collection and Use.** King Country Department of Natural Resources, 2001.

**TIGRE.** Disponível em: <[www.tigre.com.br](http://www.tigre.com.br)> Acessado em maio de 2005.

TOMAZ, P. **Água de Chuva para Áreas Urbanas e fins não Potáveis,** Navegar Editora, São Paulo, 2003.

TOMAZ, P. **Economia de Água para Empresas e Residências,** Navegar Editora, São Paulo, 2001.

TOMAZ, P. **Conservação da Água,** Editora Parma, São Paulo, 1998.

UNEP – United Nations Environment Programme. **Global Environment Outlook 3**  
Disponível em: <[www.unep.org.jp](http://www.unep.org.jp)> Acesso em novembro de 2004.

UNESCO – Organizações das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a  
Cultura. Disponível em <[www.unesco.org.br](http://www.unesco.org.br)> Acessado em outubro de 2004.

UNIÁGUA – Disponível em <[www.uniagua.org.br](http://www.uniagua.org.br)> Acessado em novembro de  
2004.

WORLD WATER – Disponível em <[www.worldwater.org](http://www.worldwater.org)> Acesso em novembro  
de 2004.

# APÊNDICES



# **APÊNDICE 1**

## **QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS**

**Uso de Água no Condomínio Santa Martha**  
*Rua: Lauro Linhares nº 1670, Trindade, Florianópolis - SC*

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Apto:** \_\_\_\_\_ **Bloco:** \_\_\_\_\_

**Uso Pessoal (higiene)**

- |   |   |
|---|---|
| <b>1. Quantidade de banhos por dia:</b>           | <b>2. Duração do banho:</b>                       |
| <input type="checkbox"/> 1                        | <input type="checkbox"/> 8 min                    |
| <input type="checkbox"/> 2                        | <input type="checkbox"/> 10 min                   |
| <input type="checkbox"/> 3                        | <input type="checkbox"/> 15 min                   |
| <input type="checkbox"/> Outro. Especificar _____ | <input type="checkbox"/> Outro. Especificar _____ |

**3. Número de vezes por dia que utiliza a descarga e tempo (em segundos) de utilização:**

Dias úteis	Quantidade: _____	Tempo: _____ segundos
Fim de semana	Quantidade: _____	Tempo: _____ segundos

**4. Número de vezes por dia e tempo de torneira aberta para escovar os dentes:**

Dias úteis	Quantidade: _____	Tempo: _____ segundos
Fim de semana	Quantidade: _____	Tempo: _____ segundos

**5. Número de vezes por dia e tempo de torneira aberta para lavar as mãos:**

Dias úteis	Quantidade: _____	Tempo: _____ segundos
Fim de semana	Quantidade: _____	Tempo: _____ segundos

**6. Número de vezes por dia e tempo de torneira aberta para lavar o rosto:**

Dias úteis	Quantidade: _____	Tempo: _____ segundos
Fim de semana	Quantidade: _____	Tempo: _____ segundos

**7. Número de vezes por semana e tempo de torneira aberta para fazer a barba:**

Quantidade: \_\_\_\_\_ Tempo: \_\_\_\_\_ segundos

**Cozinha**

**8. Número de vezes por dia que a louça é lavada:**

Nos dias úteis	Nos finais de semana
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3
<input type="checkbox"/> Outro. Especificar _____	<input type="checkbox"/> Outro. Especificar _____

**9. Tempo (minutos) que a torneira fica aberta para lavar a louça:**

5 min  
 10 min  
 15 min  
 Outro. Especificar \_\_\_\_\_

**10. Frequência que a comida é feita em casa:**

Durante toda a semana  
 Somente dias úteis  
 Somente finais de semana  
 Outro. Especificar \_\_\_\_\_

**11. Quantos litros de água por dia (em média) se gasta para cozinhar: (macarrão, arroz, etc)**

1 litro  
 2 litros  
 5 litros  
 Outro. Especificar \_\_\_\_\_

**Limpeza**

**12. Especifique a forma utilizada para lavar a roupa:**

<input type="checkbox"/> Tanque	<input type="checkbox"/> Máquina	<input type="checkbox"/> Lavanderia
Tempo de torneira aberta: _____ min	Capacidade da máquina: _____ litros	
	Quantidade de ciclos: _____	

**13. Frequência de lavagem de roupa:**

1 vez por semana  
 2 vezes por semana  
 3 vezes por semana  
 Outro. Especificar \_\_\_\_\_

**14. Especificar a forma que é feita a limpeza do apartamento:**

<input type="checkbox"/> Balde	<input type="checkbox"/> Torneira
Quantidade de baldes: _____ unid	Tempo de torneira aberta: _____ min.
Capacidade do balde: _____ litros	

**Uso de Água no Condomínio Santa Martha**  
*Rua: Lauro Linhares nº 1670, Trindade, Florianópolis - SC*

Nome: \_\_\_\_\_ Apto: \_\_\_\_\_ Bloco: \_\_\_\_\_

**Uso Pessoal (higiene)**

- 1. Quantidade de banhos por dia:**  
( ) 1  
( ) 2  
( ) 3  
( ) Outro. Especificar \_\_\_\_\_
- 2. Duração do banho:**  
( ) 8 min  
( ) 10 min  
( ) 15 min  
( ) Outro. Especificar \_\_\_\_\_
- 3. Número de vezes por dia que utiliza a descarga e tempo (em segundos) de utilização:**  
Dias úteis                      Quantidade: \_\_\_\_\_                      Tempo: \_\_\_\_\_ segundos  
Fim de semana                      Quantidade: \_\_\_\_\_                      Tempo: \_\_\_\_\_ segundos
- 4. Número de vezes por dia e tempo de torneira aberta para escovar os dentes:**  
Dias úteis                      Quantidade: \_\_\_\_\_                      Tempo: \_\_\_\_\_ segundos  
Fim de semana                      Quantidade: \_\_\_\_\_                      Tempo: \_\_\_\_\_ segundos
- 5. Número de vezes por dia e tempo de torneira aberta para lavar as mãos:**  
Dias úteis                      Quantidade: \_\_\_\_\_                      Tempo: \_\_\_\_\_ segundos  
Fim de semana                      Quantidade: \_\_\_\_\_                      Tempo: \_\_\_\_\_ segundos
- 6. Número de vezes por dia e tempo de torneira aberta para lavar o rosto:**  
Dias úteis                      Quantidade: \_\_\_\_\_                      Tempo: \_\_\_\_\_ segundos  
Fim de semana                      Quantidade: \_\_\_\_\_                      Tempo: \_\_\_\_\_ segundos
- 7. Número de vezes por semana e tempo de torneira aberta para fazer a barba:**  
Quantidade: \_\_\_\_\_                      Tempo: \_\_\_\_\_ segundos
-

## **APÊNDICE 2**

### **DADOS DE FREQUÊNCIA E TEMPO DE UTILIZAÇÃO DOS DISPOSITIVOS**

## BLOCO A

### Apto 102-A

**Tabela A.1 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 102-A**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	2,0	900,0	2,0	900,0
Uso do VS	4,7	8,0	4,0	8,0
Higiene Bucal	3,0	15,0	3,0	15,0
Lavação de mãos	2,7	20,0	3,7	10,0
Lavação de rosto	2,0	20,0	3,0	10,0
Barbeação	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabela A.1 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 102-A (Cont.)**

Atividade	Morador 3		Morador 4	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	1,0	480,0	1,0	600,0
Uso do VS	4,7	7,0	4,7	8,0
Higiene Bucal	2,0	25,0	2,7	20,0
Lavação de mãos	4,0	20,0	3,3	15,0
Lavação de rosto	2,7	15,0	2,0	15,0
Barbeação	0,6	65,0	0,1	50,0

**Tabela A.2 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 102-A**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	2,0	600,0	---
Preparo de alimentos	1,0	---	2,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,3	---	20,0
Balde	0,0	---	0,0
Tanque limpeza	0,1	660,0	---

## Apto 201-A

**Tabela A.3 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para o morador do apartamento 201-A**

Atividade	Morador 1	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	2,0	900,0
Uso do VS	7,4	5,0
Higiene Bucal	2,7	20,0
Lavação de mãos	9,1	20,0
Lavação de rosto	2,0	20,0
Barbeação	0,6	50,0

**Tabela A.4 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 201-A**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	2,0	600,0	---
Preparo de alimentos	0,6	---	0,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,1	---	50,0
Balde	0,6	---	5,0
Tanque limpeza	0,1	120,0	---

**Apto 203-A**

**Tabela A.5 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 203-A**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	2,0	900,0	2,0	900,0
Uso do VS	5,0	5,0	5,0	5,0
Higiene Bucal	3,0	5,0	3,0	5,0
Lavação de mãos	7,0	8,0	7,0	8,0
Lavação de rosto	2,0	10,0	2,0	10,0
Barbação	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabela A.6 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 203-A**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	2,3	900,0	---
Preparo de alimentos	0,3	---	5,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,1	---	20,0
Balde	0,7	---	8,0
Tanque limpeza	0,1	120,0	---

## Apto 301-A

**Tabela A.7 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para o morador do apartamento 301-A**

Atividade	Morador 1	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	1,0	480,0
Uso do VS	4,4	15,0
Higiene Bucal	4,1	15,0
Lavação de mãos	4,1	3,0
Lavação de rosto	4,1	30,0
Barbeação	0,0	0,0

**Tabela A.8 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 301-A**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	1,0	300,0	---
Preparo de alimentos	0,0	---	5,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,1	---	20,0
Balde	0,0	---	0,0
Tanque limpeza	0,1	480,0	---



## Apto 302-A

**Tabela A.9 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 302-A**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	1,0	600,0	1,0	480,0
Uso do VS	3,6	8,0	3,3	8,0
Higiene Bucal	2,0	6,3	3,0	9,0
Lavação de mãos	2,3	4,0	2,0	10,0
Lavação de rosto	3,0	3,0	1,0	6,0
Barbeação	0,1	15,0	0,0	0,0

**Tabela A.10 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 302-A**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	1,0	600,0	---
Preparo de alimentos	0,3	---	2,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,3	---	10,0
Balde	0,3	---	5,0
Tanque limpeza	0,1	120,0	---

**Apto 402-A**

**Tabela A.11 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 402-A**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	1,0	480,0	2,0	600,0
Uso do VS	2,7	7,0	3,7	6,0
Higiene Bucal	3,0	8,0	3,0	10,0
Lavação de mãos	3,0	7,0	4,0	6,0
Lavação de rosto	2,0	10,0	2,0	7,0
Barbeação	0,4	45,0	0,7	20,0

**Tabela A.12 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 402-A**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	1,0	600,0	---
Preparo de alimentos	1,3	---	3,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,7	---	20,0
Balde	0,0	---	0,0
Tanque limpeza	0,1	600,0	---

**Apto 403-A**

**Tabela A.13 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 403-A**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	2,0	600,0	1,0	480,0
Uso do VS	4,3	9,0	5,0	9,0
Higiene Bucal	2,3	15,0	3,0	15,0
Lavação de mãos	5,0	15,0	5,0	15,0
Lavação de rosto	3,0	15,0	4,0	15,0
Barbeação	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabela A.13 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 403-A (Cont.)**

Atividade	Morador 3		Morador 4	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	1,0	480,0	2,0	480,0
Uso do VS	3,0	9,0	3,0	9,0
Higiene Bucal	4,0	15,0	3,0	15,0
Lavação de mãos	5,0	15,0	3,0	20,0
Lavação de rosto	4,0	15,0	3,0	20,0
Barbeação	0,0	0,0	0,4	30,0

**Tabela A.14 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 403-A**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	2,3	600,0	---
Preparo de alimentos	1,0	---	2,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,3	---	20,0
Balde	0,6	---	3,0
Tanque limpeza	0,1	300,0	---

## Apto 404-A

**Tabela A.15 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 404-A**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	2,0	600,0	1,0	600,0
Uso do VS	5,0	5,0	3,0	5,0
Higiene Bucal	3,0	51,4	3,0	25,0
Lavação de mãos	2,3	23,6	4,7	20,0
Lavação de rosto	2,0	25,7	2,0	20,0
Barbação	0,0	0,0	0,9	30,0

**Tabela A.16 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 404-A**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	3,0	600,0	---
Preparo de alimentos	1,0	---	2,0
Tanque roupas	0,3	120,0	---
Máquina L. Roupas	0,3	---	20,0
Balde	0,4	---	3,0
Tanque limpeza	0,1	360,0	---

## **BLOCO B**

### **Apto 102-B**

**Tabela A.17 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para o morador do apartamento 102-B**

<b>Atividade</b>	<b>Morador 1</b>	
	<b>Freq. (vezes/dia)</b>	<b>Dur. (s)</b>
Uso do chuveiro	2,0	480,0
Uso do VS	3,0	8,0
Higiene Bucal	3,0	10,0
Lavação de mãos	3,0	15,0
Lavação de rosto	3,0	13,0
Barbação	0,0	0,0

**Tabela A.18 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 102-B**

<b>Atividade</b>	<b>Freq. (vezes/dia)</b>	<b>Dur. (s)</b>	<b>Consumo fornecido pelo morador (litros)</b>
Lavação de louça	2,7	900,0	---
Preparo de alimentos	0,6	---	2,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,4	---	20,0
Balde	0,4	---	5,0
Tanque limpeza	0,1	600,0	---

### Apto 304-B

**Tabela A.19 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 304-B**

Atividade	Morador 1		Morador 2		Morador 3	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	2,0	600,0	2,0	900,0	2,0	600,0
Uso do VS	3,0	10,0	4,0	10,0	3,0	10,0
Higiene Bucal	3,0	60,0	3,3	50,0	3,0	60,0
Lavação de mãos	10,0	40,0	12,8	20,0	5,0	40,0
Lavação de rosto	2,0	60,0	2,0	15,0	2,0	60,0
Barbeação	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabela A.19 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 304-B (Cont.)**

Atividade	Morador 4		Morador 5	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	1,0	600,0	1,0	1200,0
Uso do VS	3,0	10,0	3,3	10,0
Higiene Bucal	3,0	60,0	3,0	40,0
Lavação de mãos	10,0	40,0	5,0	15,0
Lavação de rosto	2,0	60,0	1,0	5,0
Barbeação	0,0	0,0	0,1	60,0

**Tabela A.20 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 304-B**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	3,0	600,0	---
Preparo de alimentos	1,0	---	2,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,4	---	10,0
Balde	0,1	---	5,0
Tanque limpeza	0,1	300,0	---

**Apto 401-B**

**Tabela A.21 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 401-B**

Atividade	Morador 1		Morador 2		Morador 3	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	1,0	480,0	1,0	480,0	1,0	480,0
Uso do VS	3,4	10,0	3,3	10,0	2,7	10,0
Higiene Bucal	2,3	30,0	2,3	40,0	3,0	30,0
Lavação de mãos	2,3	10,0	3,6	28,2	3,0	10,0
Lavação de rosto	1,0	20,0	2,3	2,3	2,7	15,0
Barbeação	0,1	40,0	0,1	100,0	0,4	60,0

**Tabela A.22 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 401-B**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	3,0	300,0	---
Preparo de alimentos	0,9	---	5,0
Tanque roupas	0,1	600,0	---
Máquina L. Roupas	0,0	---	0,0
Balde	0,0	---	0,0
Tanque limpeza	0,1	900,0	---

**Apto 402-B**

**Tabela A.23 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 402-B**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	1,0	600,0	1,0	300,0
Uso do VS	3,6	8,0	6,0	8,0
Higiene Bucal	3,0	20,0	2,3	5,0
Lavação de mãos	5,1	5,0	3,0	5,0
Lavação de rosto	3,0	6,0	3,0	5,0
Barbeação	0,0	0,0	1,0	6,0

**Tabela A.24 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 402-B**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	3,0	300,0	---
Preparo de alimentos	1,0	---	5,0
Tanque roupas	0,4	300,0	---
Máquina L. Roupas	0,4	---	20,0
Balde	0,1	---	3,0
Tanque limpeza	0,1	120,0	---



**Apto 403-B**

**Tabela A.25 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 403-B**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	2,0	900,0	1,0	900,0
Uso do VS	5,0	8,0	4,6	8,0
Higiene Bucal	2,3	60,0	3,0	15,0
Lavação de mãos	5,0	20,0	5,1	40,0
Lavação de rosto	2,3	60,0	2,0	40,0
Barbeação	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabela A.26 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 403-B**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	2,3	600,0	---
Preparo de alimentos	0,3	---	5,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,4	---	16,0
Balde	0,0	---	3,0
Tanque limpeza	0,1	600,0	---

**Apto 404-B**

**Tabela A.27 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para cada morador do apartamento 404-B**

Atividade	Morador 1		Morador 2		Morador 3	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	2,0	600,0	1,0	900,0	2,0	600,0
Uso do VS	8,9	10,0	3,0	10,0	4,0	10,0
Higiene Bucal	4,0	15,0	2,0	30,0	3,0	10,0
Lavação de mãos	10,0	10,0	4,0	30,0	5,0	10,0
Lavação de rosto	2,0	10,0	2,0	30,0	3,0	10,0
Barbeação	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabela A.28 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 404-B**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	5,0	300,0	---
Preparo de alimentos	1,0	---	5,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	1,0	---	40,0
Balde	0,3	---	3,0
Tanque limpeza	0,0	0,0	---

## **BLOCO C**

### **Apto 101-C**

**Tabela A.29 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para o morador do apartamento 101-C**

<b>Atividade</b>	<b>Morador 1</b>		<b>Morador 2</b>		<b>Morador 3</b>	
	<b>Freq. (vezes/dia)</b>	<b>Dur. (s)</b>	<b>Freq. (vezes/dia)</b>	<b>Dur. (s)</b>	<b>Freq. (vezes/dia)</b>	<b>Dur. (s)</b>
Uso do chuveiro	0,4	480,0	1,0	600,0	2,0	480,0
Uso do VS	5,3	5,0	5,0	6,0	4,7	7,0
Higiene Bucal	2,0	30,0	2,7	15,0	3,0	15,0
Lavação de mãos	4,3	5,0	3,7	10,0	2,0	10,0
Lavação de rosto	2,0	60,0	2,0	25,0	2,0	30,0
Barbação	0,03	60,0	0,1	55,0	0,4	45,0

**Tabela A.30 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 101-C**

<b>Atividade</b>	<b>Freq. (vezes/dia)</b>	<b>Dur. (s)</b>	<b>Consumo fornecido pelo morador (litros)</b>
Lavação de louça	3,0	300,0	---
Preparo de alimentos	2,3	---	4,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,1	---	30,0
Balde	0,0	---	0,0
Tanque limpeza	0,1	900,0	---

**Apto 202-C**

**Tabela A.31 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para o morador do apartamento 202-C**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	1,0	1200,0	2,0	900,0
Uso do VS	3,1	8,0	4,1	10,0
Higiene Bucal	2,3	10,0	4,0	10,0
Lavação de mãos	3,9	15,0	4,1	5,0
Lavação de rosto	2,6	15,0	4,1	40,0
Barbação	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabela A.32 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 202-C**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	2,3	600,0	---
Preparo de alimentos	0,3	---	2,0
Tanque roupas	0,3	600,0	---
Máquina L. Roupas	0,3	---	20,0
Balde	0,3	---	20,0
Tanque limpeza	0,0	0,0	---

**Apto 204-C**

**Tabela A.33 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para o morador do apartamento 204-C**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	1,0	900,0	2,0	900,0
Uso do VS	5,7	5,0	4,1	6,0
Higiene Bucal	3,0	45,0	3,0	30,0
Lavação de mãos	7,7	20,0	2,0	20,0
Lavação de rosto	3,0	40,0	2,0	25,0
Barbeação	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabela A.34 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 204-C**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	2,0	600,0	---
Preparo de alimentos	0,3	---	3,0
Tanque roupas	0,1	480,0	---
Máquina L. Roupas	0,3	---	20,0
Balde	0,3	---	5,0
Tanque limpeza	0,1	300,0	---

### Apto 303-C

**Tabela A.35 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para o morador do apartamento 303-C**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	2,0	900,0	2,0	900,0
Uso do VS	3,6	6,0	5,0	7,0
Higiene Bucal	4,0	20,0	3,0	60,0
Lavação de mãos	8,6	4,0	5,0	10,0
Lavação de rosto	3,3	3,0	3,0	5,0
Barbeação	0,0	0,0	0,3	120,0

**Tabela A.36 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 303-C**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	2,7	25,0	---
Preparo de alimentos	1,0	---	2,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,7	---	25,0
Balde	0,1	---	20,0
Tanque limpeza	0,1	120,0	---

## Apto 304-C

**Tabela A.37 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para o morador do apartamento 304-C**

Atividade	Morador 1		Morador 2	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	4,0	900,0	2,0	900,0
Uso do VS	4,6	5,0	5,0	7,0
Higiene Bucal	2,3	30,0	3,0	60,0
Lavação de mãos	3,0	10,0	5,0	10,0
Lavação de rosto	1,0	5,0	3,0	5,0
Barbeação	0,0	0,0	0,3	120,0

**Tabela A.38 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 304-C**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	1,0	480,0	---
Preparo de alimentos	0,0	---	0,0
Tanque roupas	0,0	0,0	---
Máquina L. Roupas	0,7	---	20,0
Balde	0,1	---	5,0
Tanque limpeza	0,1	300,0	---

**Apto 403-C**

**Tabela A.39 – Valores de frequência diária e tempo de uso dos dispositivos do banheiro para o morador do apartamento 403-C**

Atividade	Morador 1		Morador 2		Morador 3	
	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)
Uso do chuveiro	2,0	600,0	1,0	900,0	1,0	900,0
Uso do VS	4,0	8,0	5,0	8,0	4,0	9,0
Higiene Bucal	3,0	30,0	3,0	10,0	3,0	20,0
Lavação de mãos	4,0	10,0	4,0	5,0	3,0	5,0
Lavação de rosto	2,0	10,0	1,0	5,0	1,0	5,0
Barbação	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabela A.40 – Dados de consumo dos aparelhos em atividades de uso coletivo para o apartamento 403-C**

Atividade	Freq. (vezes/dia)	Dur. (s)	Consumo fornecido pelo morador (litros)
Lavação de louça	3,0	120,0	---
Preparo de alimentos	1,0	---	2,0
Tanque roupas	0,4	600,0	---
Máquina L. Roupas	0,4	---	24,0
Balde	0,0	---	0,0
Tanque limpeza	0,0	0,0	---