UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO: ESTUDO DE CASO EM FLORIANÓPOLIS - SC

ANA KELLY MARINOSKI

Florianópolis, julho de 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO: ESTUDO DE CASO EM FLORIANÓPOLIS - SC

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Enedir Ghisi, PhD

ANA KELLY MARINOSKI

Florianópolis, julho de 2007.

APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO: ESTUDO DE CASO EM FLORIANÓPOLIS - SC

ANA KELLY MARINOSKI

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido e julgado adequado como parte dos requisitos para a obtenção do título de

ENGENHEIRO CIVIL

Profª. Lia Caetano Bastos
Coordenadora do TCC (UFSC)

Banca Examinadora:

Prof. Enedir Ghisi, PhD
Orientador (UFSC)

Arquiteta Marina Vasconcelos Santana
Doutoranda (UFSC)

Engenheiro Vinicius Luis Rocha
Mestrando (UFSC)

RESUMO

Tendo em vista que a água é um recurso natural limitado e imprescindível à vida, questões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos vêm sendo cada vez mais destacadas na atualidade. As técnicas de aproveitamento de água pluvial são soluções sustentáveis que contribuem para uso racional da água, proporcionando a conservação dos recursos hídricos para as futuras gerações. O presente trabalho tem por objetivo verificar o potencial de economia de água potável que poderia ser obtido através da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis no SENAI/Florianópolis, Centro de Tecnologia em Automação e Informática do SENAI/SC. Primeiramente, foram realizados levantamentos de dados da população que ocupa o prédio, medições de vazão dos aparelhos sanitários existentes e faturas de consumos de água. Por meio de entrevistas com amostras de usuários, verificou-se a freqüência e tempo médio de utilização dos aparelhos, bem como quais são as principais atividades que consomem água. Esses levantamentos possibilitaram estimar os usos finais de água e também o consumo médio diário e o consumo *per capita*. Os dados de consumo de água das faturas da CASAN permitiram verificar o consumo real de água, e compará-lo com o consumo estimado. Fazendo essa comparação, verificou-se uma diferença, que foi minimizada depois de realizada uma análise de sensibilidade dos valores fornecidos nas entrevistas, para constatar a influência de cada tipo de aparelho sobre o consumo final de água. Assim, a diferença entre consumos foi minorada, atribuindo os erros aos aparelhos mais sensíveis. Após isso, através dos valores dos usos finais corrigidos, verificou-se o percentual de água potável usado em fins não potáveis, que poderia ser substituído por água pluvial. Com base nos resultados obtidos e com auxílio do programa computacional Netuno foram determinados os volumes dos reservatórios de água pluvial. Todas essas etapas foram necessárias para avaliação do potencial de economia de água potável, que resultou em 45,8%. Também foi realizada uma análise de viabilidade econômica da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial. Através de uma pesquisa de mercado, foram levantados os custos relativos à implantação do sistema, orçado em R$ 17.615,56, o qual apresenta um período de retorno do investimento de 4 anos e 10 meses. Assim, com o presente estudo constatou-se que a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no SENAI/Florianópolis mostrou-se economicamente viável, pois além de apresentar um período de retorno do investimento relativamente curto, proporcionaria grande potencial de economia de água potável.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, pela vida, saúde e por todas as coisas e pessoas que tenho ao meu redor.

A minha família pelo apoio, incentivo, carinho e amor dedicados.

Ao professor Enerdir Ghisi, pela constante orientação, atenção, compreensão e paciência neste período de estudo.

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem o convite.

Aos professores e colegas do curso de graduação em Engenharia Civil e a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram com o desenvolvimento deste trabalho e também com a minha formação.

A todos aqueles que forneceram informações necessárias para elaboração deste trabalho, em especial aos funcionários do setor de recursos humanos, secretaria escolar e núcleo de automação industrial do SENAI/Florianópolis. Também, aos alunos, professores e funcionários entrevistados, pela contribuição fornecida aos levantamentos.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para meu aprendizado.

SUMÁRIO

RESUMO iv

AGRADECIMENTOS v

LISTA DE FIGURAS ix

LISTA DE TABELAS x

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 Considerações Iniciais 12

1.2 Objetivos 2

1.2.1 Objetivo Geral 2

1.2.2 Objetivos Específicos 2

1.3 Estrutura do Trabalho 3

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4

2.1 Disponibilidade de Recursos Hídricos em Nível Mundial 4

2.2 Disponibilidade de Recursos Hídricos no Brasil 5

2.2.1 Recursos Hídricos no Estado de Santa Catarina 6

2.2.2 Recursos Hídricos para a Cidade de Florianópolis 7

2.3 O Desperdício de Água Potável 8

2.4 Uso Racional da Água 10

2.4.1 Programas de Uso Racional da Água 12

2.4.2 Uso Racional da Água em Escolas e Universidades 12

2.5 Usos Finais de Água 13

2.5.1 Usos Finais de Água em Escolas 18

2.6 Aproveitamento de Água Pluvial 21

2.6.1 Qualidade da Água Pluvial 22

2.6.2 Reservatórios de Água Pluvial 25

2.6.3 Aproveitamento de Água Pluvial no Mundo 26

2.6.4 Aproveitamento de Água Pluvial no Brasil 27

2.6.5 Aproveitamento de Água Pluvial em Escolas 28

2.7 Considerações Finais 29

3 METODOLOGIA 30

3.1 Considerações Iniciais 30

3.2 Área de Estudo 30

3.3 Objeto de Estudo 31

3.4 Levantamento de Dados 33
3.4.1 Áreas de Cobertura 33
3.4.2 Dados Pluviométricos 34
3.4.3 Dados de Consumo de Água 34
3.4.3.1 Consumo de Água medido pela CASAN 34
3.4.3.2 Leituras no Hidrômetro 34

3.5 Usos Finais de Água 35
3.5.1 Aparelhos Sanitários Existentes 35
3.5.2 Vazões 35
3.5.3 Entrevistas com os Usuários 36
3.5.4 Estimativa do Consumo de Água 37
3.5.4.1 Estimativa do Consumo de Água em Aparelhos de Uso Individual 37
3.5.4.2 Estimativa do Consumo de Água em Atividades de Uso Coletivo 40
3.5.4.3 Estimativa do Consumo Total Diário e Mensal de Água 40
3.5.5 Análise de Sensibilidade 42
3.5.6 Usos Finais Corrigidos 42

3.6 Avaliação do Potencial de Economia de Água Potável 43
3.6.1 Percentual de Água Potável que Poderia Ser Substituído por Água Pluvial 43
3.6.2 Reservatórios de Água Pluvial 44

3.7 Análise Econômica 45

4 RESULTADOS 49

4.1 Considerações Iniciais 49

4.2 Levantamento de Dados 49
4.2.1 Consumo de Água Potável 49
4.2.1.1 Consumo de Água medido pela CASAN 49
4.2.1.2 Leituras no Hidrômetro 51

4.3 Usos Finais de Água 52
4.3.1 Aparelhos sanitários Existentes 52
4.3.2 Vazões 54
4.3.3 Entrevistas com os Usuários 55
4.3.3.1 Amostras de Entrevistados 56
4.3.4 Estimativa do Consumo de Água 57
4.3.4.1 Médias de Consumo de Água por Categorias 57
4.3.4.2 Estimativa do Consumo de Água em Aparelhos de Uso Individual 59
4.3.4.3 Estimativa do Consumo de Água em Atividades de Uso Coletivo 60
4.3.4.4 Estimativa do Consumo Total Diário e Mensal de Água 63
4.3.5 Análise de Sensibilidade 65
4.3.6 Usos Finais de Água Corrigidos 66

4.4 Avaliação do Potencial de Economia de Água Potável 69
4.4.1 Percentual de Água Potável que Poderia Ser Substituído por Água Pluvial 69
4.4.2 Áreas de Cobertura 69
4.4.3 Dados Pluviométricos 70
4.4.4 Reservatórios de Água Pluvial 71
4.5 Análise Econômica 74
5 CONCLUSÕES 78
5.1 Conclusões Gerais 78
5.2 Limitações do Trabalho 79
5.3 Sugestões para Trabalhos Futuros 80
REFERÊNCIAS 81
APÊNDICES 86
APÊNDICE 1 86
APÊNDICE 2 88
APÊNDICE 3 89
APÊNDICE 4 107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bacias hidrográficas e principais rios do estado de Santa Catarina _____ 7
Figura 2 - Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva (BELLA CALHA, 2007). _____ 22
Figura 3 - Desviador das águas das primeiras chuvas com válvula de desvio horizontal (SAFERAIN, 2007)._____ 24
Figura 4– Desviador das águas das primeiras chuvas com válvula de desvio vertical (SAFERAIN, 2007)._____ 24
Figura 5– Localização geográfica de Florianópolis_____ 30
Figura 6– Localização do SENAI/Florianópolis (Guia Digital Florianópolis, 2007)._____ 32
Figura 7 - Vista aérea do SENAI/Florianópolis (Google Earth, 2007). _____ 32
Figura 8- Fachada do SENAI/Florianópolis. _____ 33
Figura 9 – Consumos e custos das faturas de água de 2005 a 2007. _____ 50
Figura 10 - Mictórios _____ 53
Figura 11 – Vaso sanitário._____ 53
Figura 12 - Lavatórios de banheiros. _____ 53
Figura 13 – Bebedouro elétrico. _____ 53
Figura 14 – Irrigação de jardins. _____ 54
Figura 15 - Pátio interno. _____ 54
Figura 16 – Alguns automóveis do SENAI que são lavados. _____ 54
Figura 17 – Usos finais de água estimados._____ 64
Figura 18 - Sensibilidade na freqüência ou tempo de uso dos aparelhos. _____ 65
Figura 19 – Usos finais de água corrigidos. _____ 68
Figura 20 – Precipitação média mensal dos anos 2000 a 2006. _____ 70
Figura 21 – Precipitação diária dos anos 2000 a 2006. _____ 70
Figura 22 – Resultados do dimensionamento do volume ideal de reservatório inferior e potencial de economia de água potável para diferentes percentuais de usos finais não potáveis. _____ 72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção hídrica no mundo por região (TOMAZ, 1998). 4
Tabela 2 – Classificação da disponibilidade mundial de água doce (UNEP, 2002). 5
Tabela 3 – Vazão média de água no Brasil em comparação com outros países da América do Sul (TOMAZ, 1998). 5
Tabela 4 - Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do Brasil (GHISI, 2006). 6
Tabela 5 - Perda de água por vazamentos em vasos sanitários (DECA, 2007). 9
Tabela 6 - Medidas convencionais de conservação da água e porcentagens aproximadas de economia (TOMAZ, 2001a). 11
Tabela 7 - Uso final de água tratada para consumo doméstico na Dinamarca (TOMAZ, 2001). 14
Tabela 8 - Uso final de água tratada para consumo doméstico nos Estados Unidos (TOMAZ, 2003). 14
Tabela 9 - Uso final de água tratada para consumo doméstico no Reino Unido (SABESP, 2007). 14
Tabela 10 - Uso final de água tratada para consumo doméstico na Colômbia 15
Tabela 11 - Uso final de água tratada para consumo doméstico na Suíça 15
Tabela 12 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em um apartamento da USP (DECA, 2007). 16
Tabela 13 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em uma habitação da Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano 16
Tabela 14 - Uso final de água tratada para consumo doméstico em duas residências unifamiliares localizadas no município de Palhoça/SC (GHISI & OLIVEIRA, 2007). 16
Tabela 15 - Uso final de água tratada para consumo doméstico em condomínio residencial localizado no bairro Trindade, em Florianópolis/SC (GHISI & FERREIRA, 2006). 17
Tabela 16 – Usos finais de água tratada em dez edificações do setor público de Florianópolis (KAMMERS, 2004). 17
Tabela 17 - Uso da água em cinco escolas e universidades em Denver, Colorado - EUA (TOMAZ, 2001). 18
Tabela 18 - Distribuição do consumo diário na escola da tipologia EMEI (YWASHIMA et al, 2006). 19
Tabela 19- Distribuição do consumo diário na escola da tipologia CEMEI (YWASHIMA et al, 2006). 19
Tabela 20 - Distribuição do consumo diário na escola da tipologia EMEF (YWASHIMA et al, 2006). 20
Tabela 21 - Usos finais de água em três tipologias diferentes de escolas (YWASHIMA, 2005). 20
Tabela 22 - Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta (GROUP RAINDROPS, 2002). 23
Tabela 23 – Dados de entrada e resultados obtidos nas simulações para um condomínio residencial multifamiliar localizado em Florianópolis (GHISI & FERREIRA, 2006). 28
Tabela 24 – Consumos e custos médios mensais de água para os meses letivos do ano 2006 e 2007. 51
Tabela 25 - Valores lidos no hidrômetro e consumos diários calculados. 51

Tabela 26 - Vazão dos aparelhos sanitários existentes. 55
Tabela 27– Número total de usuários por categorias e por sexo e amostras de entrevistas desejadas e obtidas. 56
Tabela 28 – Erro amostral utilizado em cada categoria de usuários. 57
Tabela 29 – Médias diárias de freqüência, de tempo de uso e de consumo de água per capita por aparelhos sanitários para alunos e alunas. 57
Tabela 30 – Médias diárias de freqüência, de tempo de uso e de consumo de água per capita por aparelhos sanitários para funcionários e funcionárias. 58
Tabela 31 – Médias diárias de freqüência, de tempo de uso e de consumo de água per capita por aparelhos sanitários para professores e professoras. 58
Tabela 32 – Freqüência, tempo e consumo médio de água per capita para aparelhos de uso individual. 58
Tabela 33 – Valores estimados de consumo diário total de água por aparelho de uso individual. 59
Tabela 34 - Consumo diário de água em limpeza (torneiras de tanques). 60
Tabela 35 – Consumo diário de água em irrigação de jardins, lavação de carros e lavação de calçadas (mangueira). 61
Tabela 36 - Consumo de água em limpeza de vidros. 61
Tabela 37- Consumo diário de água nas atividades da cozinha do restaurante e lanchonete (torneira da pia de cozinha). 62
Tabela 38- Resumo do consumo diário de água nas atividades da cozinha do restaurante e lanchonete (torneira da pia de cozinha). 62
Tabela 39 - Consumo diário de água em banhos (chuveiros). 62
Tabela 40- Consumo total diário e total mensal de água por aparelhos e atividades. 63
Tabela 41- Consumo total diário e total mensal de água estimado e real. 64
Tabela 42 – Consumos de água após correção. 67
Tabela 43 – Dados de entrada utilizados no Programa Netuno. 71
Tabela 44 - Resultados do dimensionamento do volume ideal do reservatório inferior, potencial de economia de água potável e demanda diária de água pluvial para diferentes percentuais de usos finais para fins não potáveis. 72
Tabela 45 - Dimensionamento do volume do reservatório superior 73
Tabela 46 - Volumes totais adotados para reservatório inferior e superior de água pluvial e potencia de economia de água potável. 74
Tabela 47 – Resumo dos custos de implantação e operação do sistema. 76
Tabela 48 - Custos de água por faixa de consumo para a categoria pública 76
Tabela 49 – Custo médio do m³ de água verificado nas faturas de março a junho de 2007. 77
Tabela 50 – Dados utilizados, resultados obtidos e período de retorno do investimento. 77

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Atualmente, há uma grande preocupação da sociedade em relação à conservação dos recursos naturais. Dentre estes, a água é um dos mais preciosos recursos, uma vez que é indispensável para a vida no nosso planeta.

Além de ser um recurso vital insubstituível, a água é um importante fator de produção para diversas atividades, sendo essencial para que haja desenvolvimento econômico e tecnológico.

Cerca de 2/3 da superfície do planeta Terra são dominados pelos oceanos. O volume total de água na Terra é estimado em torno de 1,35 milhões de quilômetros cúbicos, sendo que 97,5% deste volume é de água salgada, encontrada em mares e oceanos. Já 2,5% é de água doce, porém localizada em regiões de difícil acesso, como aqüíferos (águas subterrâneas) e geleiras. Apenas 0,007% da água doce encontra-se em locais de fácil acesso para o consumo humano, como lagos, rios e na atmosfera (UNIÁGUA, 2006).

Apesar de a água doce ainda ser encontrada em grande quantidade no planeta, os recursos hídricos podem tornar-se escassos em algumas regiões do mundo, nas quais suprir a demanda de água já está se tornando um problema em função do acelerado crescimento populacional, principalmente urbano. De acordo com relatórios da Organização das Nações Unidas, a atual população mundial é estimada em aproximadamente 6,5 bilhões de pessoas, tendendo a alcançar a marca de 9 bilhões em 2050 (ONU, 2006), sobrecarregando ainda mais os sistemas de abastecimento de água.

Devido a este acentuado aumento da população mundial e, conseqüentemente ao aumento do consumo de água potável, vem ocorrendo uma redução gradual da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos.

Outro fator preocupante é a questão da má distribuição populacional em função das reservas hídricas. Segundo Ghisi (2006), os locais mais populosos são justamente os que possuem pouca água, por outro lado onde há muita água ocorre baixo índice populacional. Pode-se citar como exemplos a Região Sudeste do Brasil, que dispõe de um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, porém conta com 43% do total de habitantes do país, enquanto a Região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, apresenta 69% de água disponível, contando com apenas 8% da população brasileira.

Além disso, o desperdício de água potável, resultante do mau uso dos aparelhos sanitários, bem como vazamentos nas instalações, tem contribuído para maior consumo deste recurso.

Diante deste cenário, é preciso conscientizar as pessoas que o uso sustentável da água é uma das bases para o desenvolvimento humano. A preservação dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade é de suma importância hoje e também para as futuras gerações.

Desta forma, percebe-se a necessidade da utilização de novas técnicas de aproveitamento da água. Uma alternativa que visa suprir a demanda da população em relação ao uso de água para fins não potáveis é o aproveitamento de água da chuva, um recurso natural amplamente disponível na maioria das regiões do Brasil. A água da chuva coletada pode ser utilizada em descarga de vasos sanitários, torneiras de jardins, lavagem de roupas, de calçadas e de automóveis. Através de sistemas de captação da água pluvial é possível reduzir o consumo de água potável, minimizar alagamentos, enchentes, racionamentos de água e preservar o meio ambiente reduzindo a escassez dos recursos hídricos.

Existem no Brasil várias pesquisas e programas para o uso racional da água em edificações escolares ou universidades, enfocando principalmente questões como o uso de tecnologias economizadoras de água e conscientização dos usuários para redução do consumo. Porém, poucos estudos relacionados exclusivamente à implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em instituições de ensino estão disponíveis na literatura nacional.

Segundo Scherer (2003) os edifícios escolares são uma fonte potencial para a implantação de sistemas prediais de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, pois geralmente apresentam grandes áreas de telhados e outras coberturas. Deste modo, para a implantação desses sistemas, são necessários estudos de viabilidade técnica e econômica, verificando o potencial de economia de água potável e determinando a relação entre custo e benefício.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo verificar o potencial de economia de água potável obtido através da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, no SENAI/Florianópolis, Centro de Tecnologia em Automação e Informática do SENAI/SC, localizado no bairro Saco Grande, na cidade de Florianópolis-SC.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com a elaboração desse trabalho, almeja-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Estimar os usos finais de água com base em entrevistas com alunos, professores e funcionários do SENAI/Florianópolis, e dados de consumo fornecidos pela empresa concessionária de água (CASAN);
- Estimar o volume ideal do reservatório de água pluvial;
- Analisar a viabilidade econômica da implantação do sistema supracitado.

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é composto por cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma introdução sobre o assunto a ser estudado, mostrando também os objetivos do trabalho.

No segundo capítulo é apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre disponibilidade de água no Brasil e no mundo, a questão do uso racional de água, entre outros assuntos pertinentes a este estudo.

O terceiro capítulo mostra a metodologia aplicada ao estudo, explicando como foram obtidos os usos finais de água, através de levantamentos de campo (entrevistas com usuários, monitoramento de hidrômetro e medições de vazões). Apresenta também como será avaliado o potencial de economia de água potável.

O capítulo quatro compreende os resultados obtidos, com base na estimativa dos usos finais de água e análise dos dados levantados referentes à economia de água potável gerada pelo aproveitamento de água pluvial.

No quinto capítulo, por fim são apresentadas as conclusões do presente estudo, algumas limitações encontradas, além de sugestões para futuros trabalhos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Disponibilidade de Recursos Hídricos em Nível Mundial

A disponibilidade de recursos hídricos compreende todos os recursos de água, tanto superficiais quanto subterrâneas em uma determinada região ou bacia hidrográfica, para qualquer uso.

Do volume total de água no planeta, é estimado que apenas 2,5% seja de água potável ou simplesmente água doce, sendo que grande parte deste volume não está facilmente acessível. Apenas 0,266% deste total se encontra em lagos, rios e reservatórios, estando o restante distribuído na biomassa e na atmosfera sob a forma de vapor. Deste modo, estima-se que somente 0,007% de toda a água doce do planeta encontra-se em locais de simples acesso para o consumo humano (UNIÁGUA, 2006).

Um percentual de 68,9% de água doce estão congelados nas calotas polares do Ártico, Antártida e nas regiões montanhosas. Já a água subterrânea compreende em torno de 29,9% do volume de água doce no planeta (TOMAZ, 2001a).

Um dos maiores reservatórios de água subterrânea do mundo é o Aqüífero Guarani, que cobre uma superfície de quase 1,2 milhões de km², e está inserido na Bacia Geológica Sedimentar do Paraná, localizada em territórios do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. Esse aqüífero constitui-se a principal reserva de água subterrânea da América do Sul, com um volume estimado em 46 mil km³, sendo 71% localizado em território brasileiro (AQÜÍFERO GUARANI, 2007).

A água no planeta encontra-se distribuída de forma não uniforme, sendo que na Ásia e na América do Sul se concentram os maiores volumes disponíveis. A Ásia detém a maior parcela mundial deste recurso, totalizando aproximadamente 31,6%, e alcançando vazões de 458.000 km³/ano. Os menores potenciais são encontrados na Oceania, Austrália e Tasmânia (TOMAZ, 1998). Os valores de produção hídrica por região do mundo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Produção hídrica no mundo por região (TOMAZ, 1998).

Região do Mundo	Vazão (km³/ano)	Porcentagem (%)
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18
África	145.000	10
Europa	102.000	7
Antártida	73.000	5
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
Total	1.448.000	100

Segundo Tomaz (2001a), convencionou-se que países com “escassez de águas” seriam aqueles que teriam índices de distribuição mundial do volume de água doce anual disponível, relativo ao número de habitantes, menores que 500m³/hab/ano. Entre esses países estão classificados a Arábia Saudita, Israel, Líbia entre outros. Já entre os países considerados “ricos em água” encontram-se entre outros o Brasil, Canadá, Rússia, Colômbia.

A *United Nations Environment Programme* - UNEP adota a classificação de distribuição do volume de água doce no mundo apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação da disponibilidade mundial de água doce (UNEP, 2002).

Disponibilidade de Água Doce (m³/hab/ano)	Classificação
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

2.2 Disponibilidade de Recursos Hídricos no Brasil

O Brasil possui uma disponibilidade hídrica estimada em 35.732 m³/hab/ano, sendo considerado um país “rico em água”. Além disso, em relação ao potencial hídrico mundial, o Brasil conta com 12% da quantidade total de água doce no mundo (TOMAZ, 2001a).

Entre os países da América do Sul, o Brasil se destaca por possuir uma vazão média de água de 177.900 km³/ano, o que corresponde a 53% da vazão média total da América do Sul, conforme é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Vazão média de água no Brasil em comparação com outros países da América do Sul (TOMAZ, 1998).

América do Sul	Vazão (km³/ano)	Porcentagem (%)
Brasil	177.900	53
Outros países	156.100	47
Total	334.000	100

A disponibilidade hídrica do Brasil encontra-se, na maior parte, distribuída em bacias hidrográficas. As principais bacias hidrográficas do Brasil são do Rio Amazonas, do Tocantins-Araguaia, do São Francisco, do Atlântico Norte Nordeste, do Uruguai, do Atlântico Leste, do Atlântico Sul e Sudeste, dos Rios Paraná e Paraguai (ANEEL, 2007).

A maior rede hidrográfica mundial é a da Bacia Amazônica, que abrange uma área de drenagem da ordem de 6.112.000 Km², ocupando cerca de 42% da superfície do território brasileiro, se estendendo além da fronteira da Venezuela à Bolívia (ANEEL, 2007).

Apesar de o Brasil apresentar grande disponibilidade de recursos hídricos, estes não estão distribuídos uniformemente pelo país, havendo um grande desequilíbrio entre oferta de água e demanda.

Verifica-se no Brasil, que as regiões mais populosas são justamente as que possuem menor disponibilidade de água, por outro lado onde há muita água ocorre baixo índice populacional. A exemplo disso pode-se citar a Região Sudeste do Brasil, que dispõe de um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, porém conta com 43% do total de habitantes do país, enquanto a Região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, apresenta 69% de água disponível, contando com apenas 8% da população brasileira (GHISI, 2006).

A Tabela 4 mostra a proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do Brasil.

Tabela 4 - Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do Brasil (GHISI, 2006).

Região do Brasil	Área Territorial (%)	Disponibilidade de Água (%)	População (%)
Norte	45	69	8
Nordeste	18	3	28
Sudeste	11	6	43
Sul	7	6	15
Centro-Oeste	19	15	7

2.2.1 Recursos Hídricos no Estado de Santa Catarina

O estado de Santa Catarina, localizado na Região Sul do Brasil, possui um território com cerca de 95.346,181 km², o que corresponde a apenas 1,1% do território brasileiro. A sua população, segundo censo do ano de 2005 é de aproximadamente 5.866.568 habitantes (IBGE, 2007).

O estado possui várias bacias hidrográficas, as quais estão dividas em três bacias principais: Bacias do Iguaçu, do Sudeste e do Uruguai. Entre os principais rios do estado, pode-se citar o Uruguai, o Canoas, o Pelotas e o Negro (CASAN, 2007).

A Figura 1 apresenta um mapa com a delimitação das bacias hidrográficas de Santa Catarina, e seus principais rios.

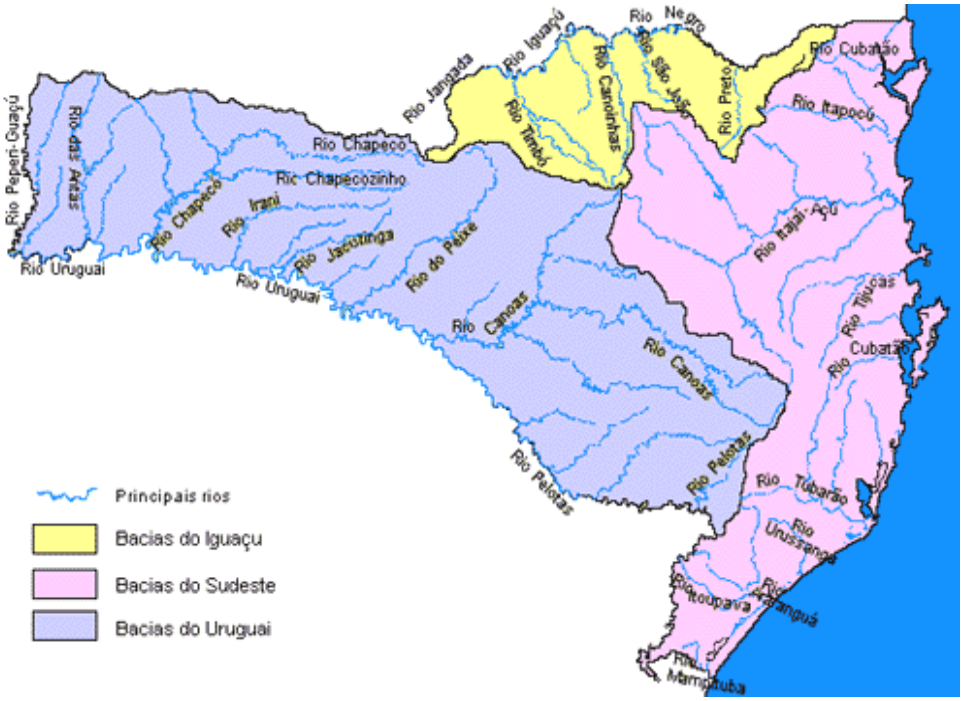


Figura 1 – Bacias hidrográficas e principais rios do estado de Santa Catarina (CASAN, 2007).

A grande maioria da população do estado, aproximadamente 95%, é abastecida com água de superfície, encontrada em rios, lagoas e lagos de barragens. As águas subterrâneas são utilizadas principalmente no meio rural.

Quanto às reservas de água subterrâneas, Santa Catarina possui uma porção do Aqüífero Guarani em seu território. Porém, existe certa dificuldade de exploração das águas desse aqüífero, devido à distância do reservatório com relação ao solo. No estado, o aqüífero está a uma profundidade bem maior da que é encontrada em outros locais, como em São Paulo, por exemplo, e por esse motivo a exploração catarinense ainda é muito pequena.

Segundo relatórios do Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, o manejo inadequado dos sistemas produtivos, o excesso de uso de águas subterrâneas na agricultura e pouca cobertura vegetal, possibilita em algumas regiões do estado a baixa disponibilidade de água, principalmente em períodos de estiagem (SIRHESC, 2007).

2.2.2 Recursos Hídricos para a Cidade de Florianópolis

A cidade de Florianópolis, que está localizada no litoral do estado de Santa Catarina, conta com 436,5 km² de área, distribuídos em parte continental e insular. Possui uma população estimada em 406.564 habitantes (IBGE, 2007).

As principais bacias hidrográficas do município de Florianópolis são: de Ratones, do Saco Grande, da Lagoa da Conceição, do Itacorubi, do Rio Tavares e da Lagoa do Peri (PMF, 2007).

Florianópolis tem como principais rios: Ratones, das Pacas, do Peri, Córrego Grande, Tavares, Papaquara e Riberão João Gualberto. Além disso, o município possui duas importantes formações lacustres, a Lagoa da Conceição, que possui águas salobras, e a Lagoa do Peri, importante manancial de água doce (PMF, 2007).

Porém, a disponibilidade hídrica de Florianópolis pode ser considerada baixa, pois os maiores rios que fornecem água para o abastecimento de grande parte da cidade, encontram-se em municípios vizinhos, como por exemplo, o Rio Cubatão, em Santo Amaro da Imperatriz.

Em algumas áreas do município já existem problemas com o manejo das bacias hidrográficas, pois a ocupação desordenada e o desmatamento comprometem a preservação dos mananciais, acarretando a obstrução de pequenos córregos, problemas de drenagem, erosão e poluição das águas (HANSEN, 1996).

2.3 O Desperdício de Água Potável

Dentre os recursos naturais, a água doce, fundamental para vida no planeta, hoje é o mais ameaçado recurso, tanto devido a escassez como também a qualidade. As intensas e crescentes agressões ao meio ambiente vêm comprometendo cada vez mais a qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponíveis. Ao mesmo tempo, os recursos hídricos vêm sendo desperdiçados de diferentes formas em todo o mundo, sobretudo nos grandes centros urbanos. Esse quadro é uma crescente preocupação mundial, considerando que a água potável é um recurso natural finito, cada vez mais caro e escasso.

O desconhecimento, a falta de orientação e sensibilização das pessoas quanto à quantidade de água perdida pelo mau uso dos aparelhos e equipamentos hidráulicos, bem como vazamentos nas instalações, são alguns dos fatores responsáveis pelo desperdício de água, principalmente quanto ao desperdício em suas próprias residências.

Além disso, os problemas de vazamentos no sistema público são responsáveis por grande parcela de desperdício de água (COGERH, 2007).

Nos sistemas de abastecimento de água podem ocorrer perdas físicas ou não–físicas. As perdas físicas são aquelas que estão relacionadas à água que não chega ao consumidor, devido a vazamentos nas redes de distribuição e nas ligações com as residências ou ramais prediais. Existem também as perdas não–físicas ou comerciais, que são os erros na medição de hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas ou falhas no próprio cadastro (SABESP, 2007).

O índice de perdas da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo, empresa que opera em 366 municípios em todo o Estado de São Paulo, atualmente está em 33%; sendo 15% físicas e 18% comerciais. Este índice representa nove mil litros de água perdidos em um único segundo. Porém, estes valores estão próximos da medição feita por países de Primeiro Mundo, como o Canadá, que perde 14% de água, a Inglaterra 17,3% do total produzido. Em Tóquio, o índice é de apenas 8,4%, pois as tubulações são feitas de aço inoxidável em função de problemas com terremotos (SABESP, 2007).

Os vazamentos podem ser classificados em visíveis e não-visíveis, sendo os visíveis aqueles detectados a olho nu e ocultos os que precisam de testes para serem identificados. Os vazamentos visíveis ocorrem nas torneiras de jardim, tanque, pia de cozinha, bóia da caixa d'água, duchas e chuveiros. Já os vazamentos não-visíveis ocorrem em tubulações enterradas ou embutidas em pisos e paredes, ou também em reservatórios enterrados (GONÇALVES et al, 2000).

Os vasos sanitários podem apresentar vazamentos não-visíveis, que são determinados em função das perdas provenientes dos furos de lavagem existentes no colar das mesmas, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Perda de água por vazamentos em vasos sanitários (DECA, 2007).

Número de furos de lavagem	Correspondente de vazamento (litros/min)	Perda Mensal (litros/mês)
1 – 3	0,1	4.320
3 – 6	0,3	12.960
Mais furos	0,5	21.600

A detecção e correção de vazamentos de água em residências é responsabilidade dos usuários. Nas instalações prediais, a detecção de vazamentos deve ser analisada desde a entrada da água no cavalete até os produtos instalados, pois pequenos vazamentos podem significar grande desperdício.

Existem testes simples que facilitam a verificação da existência de vazamentos em residências. Os vazamentos nas válvulas ou nas caixas de descarga podem ser detectados com os seguintes testes (GONÇALVES et al., 2000):

- Teste da cinza do cigarro: Jogar cinza de cigarro no vaso sanitário. O normal é a cinza ficar depositada no fundo da mesma. Em caso contrário, é sinal de vazamento na válvula ou na caixa de descarga;

- Teste para hidrômetros: Para checar se há vazamento entre o hidrômetro e a caixa d'água, abre-se o registro do hidrômetro fechando a bóia da caixa até interromper o fluxo de água. O hidrômetro deve ficar parado provando a ausência de vazamento.

- Teste para caixas d'água: Para verificar se há vazamento entre a caixa e as instalações internas do imóvel, fecha-se a bóia marcando o nível da água na caixa. Todas as torneiras e chuveiros são fechados e não utilizados por uma hora. Após isso o nível de água na caixa deve estar inalterado. Caso contrário, há vazamento.

- Teste para canos: Ao fechar o registro do cavalete de entrada da água na casa, abre-se uma torneira alimentada diretamente pela rede de água - por exemplo, a do jardim ou a do tanque; e espera-se até escoamento completo. Coloca-se um copo cheio d'água na boca da torneira; se houver sucção da água do copo pela torneira, é sinal que existe vazamento no cano.

2.4 Uso Racional da Água

Atualmente, o uso racional da água está cada vez mais presente nos meios de comunicação, buscando incentivar e conscientizar as pessoas da importância de não desperdiçar, e sim preservar este recurso vital.

Define-se como uso racional da água um conjunto de atividades, medidas e incentivos que têm como principais objetivos (TOMAZ, 2001a):

- Reduzir a demanda de água;
- Melhorar o uso da água e reduzir as perdas e desperdícios da mesma;
- Implantar práticas e tecnologias para economizar água;
- Informar e conscientizar os usuários.

Diversas ações são necessárias para a redução do consumo de água, como detecção e reparo de vazamentos, campanhas educativas, troca de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água e estudos para aproveitamento de água pluvial e reúso de águas cinzas.

As medidas referentes ao uso racional da água 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 feitos por meio de campanhas, informações, educação pública, tarifas e regras que motivem os usuários a adotar medidas conscientes (MONTIBELLER & SCHMIDT, 2004).

Segundo Tomaz (2001a), as medidas para conservação da água de uso urbano podem ser definidas como medidas convencionais ou não convencionais.

As medidas convencionais para conservação da água incluem correção de vazamentos nos sistemas de distribuição de água e em residências, mudanças nas tarifas, redução de pressão nas redes, reciclagem e reúso de água, leis sobre aparelhos sanitários e educação pública.

Na cidade de Providence, localizada nos Estados Unidos, foram definidas medidas convencionais agressivas previstas para o ano de 2010 referentes à conservação de água, que estão apresentadas na Tabela 6, juntamente com o percentual de economia prevista.

Tabela 6 - **Medidas convencionais de conservação da água e porcentagens aproximadas de economia (TOMAZ, 2001a).**

Medidas Convencionais de Conservação de Água	Porcentagem Aproximada de Economia Prevista
Consertos de vazamentos nas redes públicas	32%
Mudanças nas tarifas	26%
Leis sobre aparelhos sanitários	19%
Consertos de vazamentos nas casas	8%
Reciclagem e reúso da água	7%
Educação pública	5%
Redução de pressão nas redes públicas	3%
Total	***100%***

Dentre as medidas convencionais, verifica-se que o conserto de vazamentos nos sistemas de distribuição de água é a medida mais importante para a economia de água.

Já as medidas não convencionais para conservação da água são o uso de águas cinzas, uso de água da chuva,vasos sanitários com câmara para compostagem (mais conhecidas nos EUA), dessalinização e aproveitamento de água de drenagem do subsolo em prédios de apartamentos (TOMAZ, 2001a).

Em países da América do Norte, Europa e no Japão, o uso eficiente da água está sendo implementado, sendo que as principais medidas tomadas nestes países são o uso de vasos sanitários de baixo consumo (6 litros por descarga); torneiras e chuveiros mais eficientes quanto à economia da água; uso de dispositivos economizadores de água, diminuição das perdas de água nos sistemas públicos de maneira que o tolerável seja menor que 10%; reciclagem e serviço de informação pública. Ainda, são utilizadas outras alternativas não convencionais, como o reúso de água e o aproveitamento de água de chuva (TOMAZ, 2003).

O uso racional da água pode liberar os suprimentos de água para outros usos, tais como estabelecimento de novas indústrias, crescimento populacional e melhora do meio ambiente.

A conscientização e sensibilização dos usuários visando à conservação da água, juntamente com a adoção de tecnologias economizadoras, podem se constituir em ações impactantes do consumo final de água.

Além disso, a questão do uso racional da água envolve também melhorias nos projetos de arquitetura, bem como nos sistemas prediais.

Os benefícios obtidos com o uso racional da água são amplos, tanto econômicos quanto ambientais:

- Economia nas contas de fornecimento de água;
- Conservação dos recursos hídricos;
- Preservação do meio ambiente.

2.4.1 Programas de Uso Racional da Água

O uso eficiente da água em todos os tipos de edificações está relacionado diretamente com o comportamento dos usuários quanto à utilização deste recurso finito.

Diante disso, muitos programas relacionados ao uso racional da água estão sendo desenvolvidos no mundo todo, inclusive no Brasil.

Em âmbito nacional, atualmente vem sendo aplicado o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA, coordenado pelo Governo Federal, que tem por finalidade promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços dos sistemas (PNCDA, 2006).

Já o PURA - Programa de Uso Racional da Água, desenvolvido apenas no estado de São Paulo, foi criado em 1995 através de uma parceria entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil (LSP/PCC), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), tendo como objetivos combater o desperdício de água, garantir o fornecimento de água e a qualidade de vida da população (PURA, 2006).

O PURA encontra-se estruturado em seis macro-programas unificados, abrangendo documentação técnica, laboratórios, novas tecnologias, estudos em edifícios residenciais, programas da qualidade e estudos de caso em diferentes tipos de edifícios, como escritórios, escolas, hospitais, cozinhas, entre outros.

2.4.2 Uso Racional da Água em Escolas e Universidades

Em edificações públicas, como escolas e universidades, onde o usuário não é responsável diretamente pelo pagamento da conta de abastecimento de água, ocorre uma tendência de maior desperdício de água. Desta forma, alguns programas e estudos de uso racional da água em escolas e universidades vêm sendo desenvolvidos atualmente, tendo como principal objetivo a redução do consumo de água.

No Brasil, pode-se destacar o PURA-USP que vem sendo implantado desde 1997 no *campus* da Universidade de São Paulo (USP), nas Unidades localizadas na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), tendo como intuito a redução do consumo de água no *campus,* em virtude dos expressivos valores de consumo observados e seus reflexos no orçamento da Universidade.

As Unidades da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira apresentavam em média no ano de 1997, um consumo de água de 150 mil m³/mês, o que representava um gasto de mais de um R$ 1 milhão por mês, referente ao abastecimento de água e coleta de esgoto (CODAGE, 2004 apud SILVA, 2004).

Levando em conta o expressivo consumo da USP, a implantação do PURA-USP, tinha três objetivos principais:

- Reduzir o consumo de água através de ações de caráter tecnológico e comportamental (maximizando a eficiência nas atividades que utilizam a água, sem comprometer a qualidade) e manter o perfil de consumo reduzido ao longo do tempo;
- Implantar um sistema estruturado de gestão da demanda de água;
- Desenvolver uma metodologia que pudesse ser aplicada futuramente em outros locais.

Como resultados, a implantação do PURA-USP trouxe, além de benefícios indiretos, uma expressiva redução do consumo de água, pois o consumo total na CUASO diminuiu de 137.881 m³/mês (ago98/dez98) para 88.539 m³/mês (jul01/dez01), o que representa uma redução de aproximadamente 36% (SILVA et al., 2004).

Merecem destaque, além da redução do consumo de água, alguns impactos que o programa PURA-USP trouxe:

- Desenvolvimento de novas tecnologias;
- Conscientização dos usuários da importância da água, do seu uso racional e conseqüentes benefícios econômicos, sociais e ambientais;
- Aumento do domínio sobre o sistema hidráulico (atualização do cadastro de redes, reservatórios e ligações de água);
- Modernização de componentes do sistema;
- Confirmação da necessidade da existência de um programa de uso racional permanente, dentro da Universidade.

2.5 Usos Finais de Água

Os usos finais de água consistem na análise do consumo de água em aparelhos sanitários, levando em conta o consumo total de água do local em estudo, possibilitando a verificação da quantidade de água consumida em cada determinado aparelho.

A água potável é utilizada para atividades distintas nas edificações, tais como: preparação de alimentos e bebidas, limpeza pessoal e ambiental, entre outros. Dentre estes diversos usos da água, uma parcela significativa está destinada a fins não potáveis, como descargas de vasos sanitários, rega de jardins, lavação de automóveis e calçadas, onde poderia perfeitamente ser utilizada água de chuva.

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos em vários países, a fim de identificar os usos finais de água, principalmente nos setores residencial e público.

As Tabelas 7 a 11 apresentam resultados de pesquisas de consumo de água no meio residencial de alguns países do mundo.

Tabela 7 - Uso final de água tratada para consumo doméstico na Dinamarca (TOMAZ, 2001).

Ponto de Consumo	Uso Final (%)
Alimentação	5
Banhos	20
Higiene Pessoal	10
Vaso Sanitário*	20
Lavagem de Roupas*	15
Lavagem de Louças	20
Lavagem de carros, jardins*	10
Total	100
*Total não Potável	45

Tabela 8 - Uso final de água tratada para consumo doméstico nos Estados Unidos (TOMAZ, 2003).

Ponto de Consumo	Uso Final (%)
Vaso Sanitário*	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

Tabela 9 - Uso final de água tratada para consumo doméstico no Reino Unido (SABESP, 2007).

Ponto de Consumo	Uso Final (%)
Vaso Sanitário*	37
Banhos e Lavatório	37
Lavagem de Louças	11
Lavagem de Roupas*	11
Preparação Alimentos	4
Total	100
*Total não Potável	48

Tabela 10 - Uso final de água tratada para consumo doméstico na Colômbia (SABESP, 2007).

Ponto de Consumo	Uso Final (%)
Ducha	30
Vaso Sanitário*	40
Limpeza*	15
Cozinha	5
Lavagem de Louças/ mãos	10
Total	100
*Total não Potável	55

Tabela 11 - Uso final de água tratada para consumo doméstico na Suíça (SABESP, 2007).

Ponto de Consumo	Uso Final (%)
Vaso Sanitário*	40
Banhos	37
Bebidas	5
Cozinhas	6
Lavagem de Roupas*	4
Limpeza de Piso	3
Jardins	3
Lavagem de Automóveis	1
Outros	1
Total	100
*Total não Potável	52

As variações de consumo de água verificadas nestes países para os mesmos aparelhos sanitários ocorrem principalmente devido às diferentes condições climáticas, aspectos sociais, econômicos e culturais. Porém, verifica-se que o percentual de água tratada utilizada em fins não potáveis varia entre 45 e 55%.

Para verificar o consumo de água dentro da residência, é necessária uma boa coleta de dados e caracterização dos ambientes, na qual devem ser considerados: pressão, vazão, clima, população, freqüência de utilização, poder aquisitivo e produtos instalados.

No Brasil, estudos da Universidade de São Paulo e Instituto de Pesquisas Tecnológicas, mostram duas situações de consumo de água no setor residencial, apresentando dados bastante diferentes, devido à própria caracterização dos ambientes. A primeira situação, um apartamento, está apresentada na Tabela 12, e a segunda, uma habitação da Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano, apresentada na Tabela 13.

Tabela 12 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em um apartamento da USP (DECA, 2007).

Ponto de Consumo	Uso Final (%)
Vaso Sanitário*	29
Chuveiro	28
Pia da Cozinha	17
Máquina de Lavar Roupa*	9
Lavatório	6
Tanque*	6
Máquina de Lavar Louça	9
Total	100
*Total não Potável	44

Tabela 13 – Uso final de água tratada para consumo doméstico em uma habitação da Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano (DECA, 2007).

Ponto de Consumo	Uso Final (%)
Vaso Sanitário*	5
Chuveiro	54
Pia da Cozinha	17
Máquina de Lavar Roupa*	4
Lavatório	7
Tanque*	10
Máquina de Lavar Louça	3
Total	100
*Total não Potável	19

Em duas residências unifamiliares localizadas no município de Palhoça, Santa Catarina, foi realizado por Ghisi e Oliveira (2007) um estudo para verificar os usos finais de água, conforme apresentado na Tabela 14.

Tabela 14 - Uso final de água tratada para consumo doméstico em duas residências unifamiliares localizadas no município de Palhoça/SC (GHISI & OLIVEIRA, 2007).

	Uso Final (%)	
Ponto de Consumo	Residência A	Residência B
Vaso Sanitário*	30,4	25,6
Pia da Cozinha	28	13,5
Chuveiro	32,8	45,6
Lavatório	1,9	2,6
Barba	0,8	4,4
Lavagem de Roupa*	6,2	8,2
Total	100	100
*Total não Potável	36,6	33,8

Ghisi e Ferreira (2006) realizaram um estudo que determinou os usos finais de água em um condomínio residencial, composto por três blocos, localizado no bairro Trindade, na cidade

de Florianópolis. Com base nos valores encontrados neste estudo, apresentados na Tabela 15, foi possível verificar que os percentuais de consumo de água para fins não potáveis variam de 39,2% a 42,7%.

Tabela 15 - Uso final de água tratada para consumo doméstico em condomínio residencial localizado no bairro Trindade, em Florianópolis/SC (GHISI & FERREIRA, 2006).

Ponto de Consumo	Uso Final (%)		
	Bloco A	Bloco B	Bloco C
Vaso Sanitário*	35,1	29,7	34,8
Lavagem de Louça	33,6	12,1	14
Chuveiro	16,2	23,2	28,6
Lavatório	10,5	23,4	14
Lavagem de Roupa*	2	5,9	6
Limpeza*	2,1	4,5	1,9
Cocção	0,4	1,2	0,7
Total	100	100	100
*Total não Potável	39,2	40,1	42,7

Na categoria de consumo público estão incluídas escolas, edifícios públicos, entre outros. Para essa categoria de consumo, foi realizado por Kammers (2004) um estudo para verificar os usos finais de água tratada em dez edifícios do setor público na cidade de Florianópolis, conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 – Usos finais de água tratada em dez edificações do setor público de Florianópolis (KAMMERS, 2004).

Edificação	Uso final de água (%)				
	Vaso sanitário	Mictório	Torneira	Limpeza	Outros
BADESC	55,8	14,3	18,3	9,0	2,6
CELESC	31,9	32,9	10,1	4,1	21,1
CREA	23,0	47,0	24,5	2,6	2,9
DETER	66,6	-	31,2	1,8	0,4
EPAGRI	33,1	43,9	12,5	2,8	7,7
Secretaria da Agricultura	27,9	16,4	6,6	5,8	43,3
Secretaria da Educação	70,0	14,3	9,4	2,1	4,2
Secretaria de Segurança Pública	78,8	-	18,4	2,5	0,3
Tribunal de Contas	36,4	45,9	14,0	1,9	1,8
Tribunal de Justiça	53,2	29,9	8,7	4,6	3,6

Analisando os valores apresentados na tabela acima, percebe-se que o maior consumo de água ocorre no vaso sanitário e mictório.

Desta forma, verifica-se que na maioria dos estudos apresentados anteriormente, são altos os índices de consumo de água tratada em fins não potáveis, onde poderia ser utilizada água pluvial, gerando assim uma expressiva economia.

2.5.1 Usos Finais de Água em Escolas

Os usos finais de água em instituições de ensino são dados importantes, pois nestas edificações ocorre uma tendência de haver maior desperdício de água, devido os usuários não serem responsáveis diretamente pelo pagamento da conta de abastecimento desse insumo.

Segundo Tomaz (2001b), o consumo médio de água para escolas e universidades varia de 10 a 50 litros/dia por aluno, e 210 litros/dia por empregado, sendo que este consumo é distribuído em diversos usos, variando conforme a tipologia da edificação.

Verifica-se que são poucos os dados de usos de água para instituições de ensino no país. A Tabela 17 apresenta alguns valores de indicador de consumo de água em escolas e universidades no Colorado, Estados Unidos.

Tabela 17 - Uso da água em cinco escolas e universidades em Denver, Colorado - EUA (TOMAZ, 2001).

Consumo	Uso da Água (%)
Consumo doméstico	47,8
Rega de Jardins*	29,5
Resfriamento e Aquecimento*	10,6
Cozinhas	3,9
Perdas	3,8
Vazamentos	0,7
Lavanderias*	2,9
Outros	0,8
Total	100
Total não potável*	43

No Brasil, foi realizado por Ywashima et al (2006), estudo do consumo de água em escolas da rede pública de ensino da cidade de Campinas/SP, com o objetivo de identificar a forma de realização dos diferentes usos da água, bem como, a indicação dos ambientes responsáveis pelas maiores parcelas do consumo e a proposição de uma metodologia para a avaliação da percepção dos usuários para o uso racional de água.

Para tal estudo, selecionou-se uma amostra de escolas a serem analisadas, nas quais foi verificada a condição de operação (existência de vazamentos) dos diferentes pontos de consumo de água, aplicados questionários aos usuários e realizada a observação das atividades que envolvem o uso da água. Assim, foram observados o modo de realização das atividades; a duração das mesmas (medição dos horários de início e término); as vazões nos pontos de consumo empregadas para a realização das atividades, além de outras variáveis, de modo a estabelecer um dia típico de consumo (YWASHIMA et al, 2006).

Nesta pesquisa, foram observadas três tipos de escolas: Centro Municipal de Educação Infantil – CEMEI (atende crianças até 4 anos), Escola Municipal de Educação Infantil – EMEI (atende crianças de 5 e 6 anos) e Escola Municipal e Estadual de Ensino Fundamental (EMEF). Foram identificados todos os tipos de consumo de água em cada ambiente das escolas estudadas, conforme apresentado nas Tabelas 18 a 20.

Tabela 18 - Distribuição do consumo diário na escola da tipologia EMEI (YWASHIMA et al, 2006).

Ambiente	Consumo Diário (L)	Parcela do Consumo (%)
Refeitório	146	4,3
Banheiro – funcionárias	135	3,9
Banheiro – diretora	39	1,1
Banheiro – professoras	107	3,1
Banheiro – aluno (feminino)	1083	31,6
Banheiro – aluno (masculino)	1039	30,3
Banheiro – vigia	33	1,0
Cozinha	720	21,0
Área Externa	128	3,7
Total	**3.430**	**100**

Tabela 19- Distribuição do consumo diário na escola da tipologia CEMEI (YWASHIMA et al, 2006).

Ambiente	Consumo Diário (L)	Parcela do Consumo (%)
Banheiro – diretora	13	0,3
Refeitório	4	0,1
Copa	43	1,0
Banheiro – funcionárias	233	5,6
Banheiro – funcionários	66	1,6
Banheiro – infantil	932	22,4
Banheiro – infantil	531	12,8
Lavanderia	336	8,1
Berçário	158	3,8
Cozinha	1.696	40,8
Despensa	0	0,0
Área de Serviço	15	0,4
Área Externa	18	0,4
Refeitório	108	2,6
Total	**4.153**	**100**

Tabela 20 - Distribuição do consumo diário na escola da tipologia EMEF (YWASHIMA et al, 2006).

Ambiente	Consumo Diário (L)	Parcela do Consumo (%)
Banheiro – alunos	5.424	51,8
Banheiro – alunas	2.410	23,0
Banheiro – funcionários	117	1,1
Banheiro - professoras e funcionárias	658	6,3
Cozinha	1.385	13,2
Área Externa	476	4,5
Refeitório	0	0,0
Total	**10.470**	**100**

Da análise dos dados apresentados nas tabelas acima, é possível verificar que, os banheiros são responsáveis pelas maiores parcelas de consumo de água nas escolas; o segundo maior consumidor de água é a cozinha; a área externa é responsável pelas menores parcelas do consumo.

Os usos finais de água obtidos no estudo realizado por Ywashima, para cada das três tipologias de escolas observadas, encontram-se na Tabela 21. Apresenta-se também na mesma tabela, o total de água consumida para fins não potáveis, considerando apenas o consumo de água em descargas de vasos sanitários e mictórios.

Tabela 21 - Usos finais de água em três tipologias diferentes de escolas (YWASHIMA, 2005).

Usos finais	Centros de Educação Infantil - CEMEI		Escolas de Educação Infantil - EMEI		Escolas de Ensino Fundamental - EMEF	
	(Litros/dia)	(%)	(Litros/dia)	(%)	(Litros/dia)	(%)
Lavatório	195	4,35	211	6,12	-	-
Lavatório calha	-	-	114	3,30	865	6,53
Bebedouro elétrico	4	0,09	7	0,20	-	-
Filtro	-	-	27	0,78	-	-
Chuveiro	798	17,78	36	1,04	-	-
Pia	1739	38,76	682	19,77	1302	9,84
Tanque	117	2,61	11	0,32	124	0,94
Vaso sanitário c/ válvula*	1243	27,70	2306	66,84	6156	46,50
Mictório tipo calha*	-	-	-	-	4752	35,90
Máquina de lavar roupa	234	5,22	-	-	-	-
Torneira de lavagem	139	3,10	56	1,62	39	0,29
Torneira de hidrômetro	18	0,40	-	-	-	-
Total	**4487,0**	**100,0**	**3450,0**	**100,0**	**13238,0**	**100,0**
Total não potável*	***1243,00***	***27,70***	***2306,00***	***66,84***	***6156,00***	***82,40***

Observa-se na tabela acima, que o total de água consumida em descargas de vasos sanitários e mictórios (usos não potáveis) em escolas é bastante significativo, chegando a um percentual de até 82% para as Escolas de Ensino Fundamental.

2.6 Aproveitamento de Água Pluvial

Existem vários aspectos positivos no uso de sistemas de aproveitamento de água pluvial, pois estes possibilitam reduzir o consumo de água potável diminuindo os custos de água fornecida pelas companhias de abastecimento; minimizar riscos de enchentes e preservar o meio ambiente reduzindo a escassez de recursos hídricos (MAY, 2004).

Além disso, podem-se citar outras vantagens do aproveitamento de água de chuva (SIMIONI et al., 2004):

- Utiliza estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas);
- Baixo impacto ambiental;
- Água com qualidade aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento;
- Complementa o sistema convencional;
- Reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público.

A viabilidade da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial depende essencialmente dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, para projetar tal sistema devem-se levar em conta as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, buscando não uniformizar as soluções técnicas.

A água de chuva pode ser utilizada em várias atividades com fins não potáveis no setor residencial, industrial e agrícola. No setor residencial, pode-se utilizar água de chuva em descargas de vasos sanitários, lavação de roupas, sistemas de controle de incêndio, lavagem de automóveis, lavagem de pisos e irrigação de jardins. Já no setor industrial, pode ser utilizada para resfriamento evaporativo, climatização interna, lavanderia industrial, lavagem de maquinários, abastecimento de caldeiras, lava jatos de veículos e limpeza industrial, entre outros. Na agricultura, vem sendo empregada principalmente na irrigação de plantações (MAY & PRADO, 2004).

Segundo May (2004), os sistemas de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações são formados por quatro componentes básicos: áreas de coleta; condutores; armazenamento e tratamento.

O funcionamento de um sistema de coleta e aproveitamento de água de pluvial consiste de maneira geral, na captação da água da chuva que cai sobre os telhados ou lajes da edificação. A água é conduzida até o local de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Em alguns sistemas é utilizado dispositivo desviador das primeiras águas de chuva. Após passar pelo filtro, a água é armazenada geralmente em reservatório enterrado (cisterna), e bombeada a um segundo reservatório (elevado), do qual as tubulações específicas de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável.

A Figura 2 apresenta esquema típico de funcionamento do sistema de aproveitamento de água de chuva em residências.

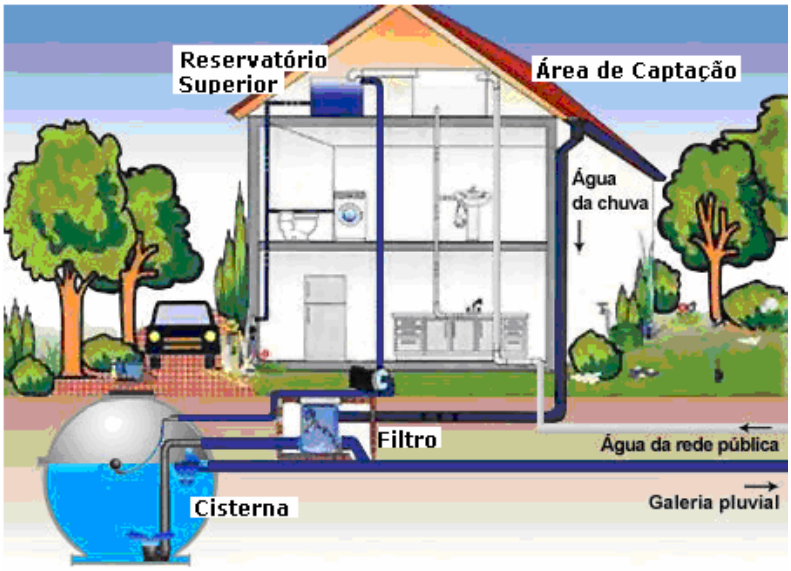


Figura 2 - Esquema de funcionamento de sistema aproveitamento de água de chuva (BELLA CALHA, 2007).

Em áreas para captação de água de chuva, comumente utiliza-se materiais como: telhas galvanizadas pintadas ou esmaltadas com tintas não tóxicas, superfícies de concreto, cerâmicas, policarbonato e fibra de vidro. As calhas também devem ser fabricadas com materiais inertes, como PVC ou outros tipos de plásticos, evitando assim, que partículas tóxicas provenientes destes dispositivos venham a ser levadas para os tanques de armazenagem (MACOMBER, 2001).

2.6.1 Qualidade da Água Pluvial

A água de chuva pode ser utilizada para uso total ou parcial. O uso total de água pluvial inclui a utilização da água para beber, cozinhar e higiene pessoal, enquanto que o uso parcial abrange aplicações específicas em pontos hidráulicos, como por exemplo, somente nos pontos de abastecimento de vasos sanitários (MANO & SCHMITT, 2004).

O tratamento da água pluvial depende da qualidade da água coletada e de seu uso final. A coleta de água para fins não potáveis não requer grandes cuidados de purificação, embora certo grau de filtragem, muitas vezes, seja necessário. Para um tratamento simples, podem-se usar processos de sedimentação natural, filtração simples e cloração. Em caso de uso da água de chuva para consumo humano, é recomendado utilizar tratamentos mais complexos, como desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa (MAY & PRADO, 2004).

A qualidade da água de chuva depende muito do local onde é coletada. A Tabela 22 apresenta variações da qualidade da água pluvial em função do local de coleta.

Tabela 22 - Variações da qualidade da água de chuva devido ao sistema de coleta (GROUP RAINDROPS, 2002).

Grau de purificação	Área de coleta de chuva	Observações
A	Telhados (lugares não freqüentados por pessoas ou animais)	Se a água for purificada, é potável
B	Telhados (lugares freqüentados por pessoas ou animais)	Apenas usos não potáveis
C	Pisos e estacionamentos	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis
D	Estradas	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis

O fluxo inicial de água de chuva é considerado impróprio para ser utilizado em sistemas de aproveitamento de água pluvial, por conter poeira, folhas, insetos, fezes de animais, pesticidas, além de outros resíduos e poluentes transportados por via aérea.

Segundo Brown et al. (2005), o volume do primeiro fluxo de água de chuva a ser descartado varia conforme a quantidade de poeira acumulada na superfície do telhado, que é uma função do número de dias secos, da quantidade e tipo de resíduos, e da estação do ano. Outras variáveis a serem consideradas são a inclinação e as superfícies dos telhados, a intensidade das chuvas e o período de tempo que ocorrem. Além disso, salienta-se que não há nenhum cálculo exato para definir o volume inicial de água pluvial que necessita ser desviado, devido às muitas variáveis que determinam a eficácia da lavagem das áreas de captação.

Em um estudo realizado no Brasil por May e Prado (2004), analisou-se a qualidade da água de chuva para consumo não potável na cidade de São Paulo. Através de um sistema experimental, instalado no Centro de Técnicas de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, foram realizadas análises da composição física, química e bacteriológica da água de chuva, para verificar a necessidade de tratamento da água antes de ser utilizada. As amostras de água de chuva foram coletadas em dois pontos de amostragem: telhados do edifício e reservatórios de acumulação. Com base nos resultados das análises, verificou-se que a água coletada nos reservatórios apresentou melhor qualidade em relação às amostras coletadas diretamente do coletor de água de chuva nos telhados. Dessa forma, recomenda-se o descarte do volume de água correspondente aos primeiros 15 a 20 minutos de chuva, para que seja feita a limpeza do telhado.

Já existem, em alguns países, dispositivos de descarte das águas das primeiras chuvas que possuem acionamento automático, podendo ser programados para descartar um determinado volume de água. Esses dispositivos são componentes importantes para os sistemas de aproveitamento de água pluvial, pois descartam as águas destinadas a lavagem do telhado, proporcionando melhor qualidade ao armazenamento de água. A exemplo disso, a

Empresa australiana SafeRain trabalha com dispositivos desse gênero, conforme apresentado na Figura 3 e na Figura 4.

Figura 3 - Desviador das águas das primeiras chuvas com válvula de desvio horizontal (SAFERAIN, 2007).

Figura 4– Desviador das águas das primeiras chuvas com válvula de desvio vertical (SAFERAIN, 2007).

A válvula de desviador horizontal da SafeRain é projetada principalmente para ser instalada nas tubulações aéreas que alimentam um tanque de água ou o tanque da cisterna. Já a válvula do desviador vertical é projetada para ser instalada na parte de baixo da tubulação onde é alimentando o tanque (SAFERAIN, 2007).

2.6.2 Reservatórios de Água Pluvial

Um dos componentes mais importantes de um sistema de aproveitamento de água pluvial é o reservatório, o qual deve ser dimensionado, tendo principalmente como base, os seguintes critérios: custos totais de implantação, demanda de água, áreas de captação, regime pluviométrico e confiabilidade requerida para o sistema. Ressalta-se que, a distribuição temporal anual das chuvas é uma importante variável a ser considerada no dimensionamento do reservatório (CASA EFICIENTE, 2007).

Esses critérios são importantes, porque em geral o reservatório de armazenamento é o componente mais dispendioso do sistema de aproveitamento de água pluvial. Desta forma, para não tornar a implantação do sistema inviável, deve-se ter cuidado para um correto dimensionamento do reservatório. Dependendo do volume obtido no cálculo e das condições do local, o armazenamento da água de chuva poderá ser realizado para atender a demanda em períodos curtos, médios ou longos de estiagem (MAY et al., 2004).

A quantidade de água pluvial que pode ser armazenada depende do tamanho da área de captação, da precipitação pluviométrica do local e do coeficiente de escoamento superficial, também chamado de coeficiente de *runoff*. Como o volume de água de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo que precipitado, o coeficiente de escoamento superficial indica o percentual de água de chuva que será armazenada, considerando a água que será perdida devido à limpeza do telhado, evaporação e outros (TOMAZ, 2003).

O reservatório de água pluvial, dependendo das características locais e especificidades de uso, pode estar localizado elevado ou enterrado no solo, ou ainda sobre o solo. O reservatório elevado não necessita de bombeamento da água para o abastecimento da edificação, porém exige uma estrutura para sustentação. Nos reservatórios sobre ou sob o solo não é necessária estrutura de sustentação, porém o abastecimento exige bombeamento ou acesso facilitado à água (MANO, 2004).

Os materiais geralmente utilizados para construção de reservatório são concreto, madeira, fibra de vidro, aço inoxidável e polietileno. Previamentente à escolha do material adequado deve-se verificar a finalidade do uso da água. A durabilidade, a segurança e o baixo custo também são critérios que devem ser analisados para a escolha do tipo de reservatório a ser implantado no sistema de aproveitamento de água pluvial.

Freqüentemente, são usadas cisternas para a armazenagem de água pluvial. A cisterna precisa ter um poço de inspeção, um tubo de ventilação, dispositivo para limpeza e um tubo de descarga. O uso de bóias eletrônicas permite que o sistema seja automatizado e dependa o mínimo possível de operador. Uma bomba de pressurização dimensionada conforme a edificação é necessária para a alimentação do reservatório superior de água pluvial, que deve ser separado do armazenamento da água potável, a fim de evitar contaminação.

SIMIONI et al. (2004) salientam que o reservatório superior de água pluvial deve ser mantido fechado, evitando-se a contaminação da água por pássaros, insetos e outros animais, e, além disso, devem receber limpeza periódica. A tubulação de saída para consumo deve

estar aproximadamente 10 cm acima da base do reservatório. Recomenda-se também utilizar na edificação uma tubulação com cor diferente para consumo de água pluvial, separando-a da tubulação de água potável.

2.6.3 Aproveitamento de Água Pluvial no Mundo

Registros históricos indicam que a água da chuva já é utilizada pela humanidade há milhares de anos. Existem inúmeras cisternas escavadas em rochas, utilizadas para aproveitamento de água pluvial, que são anteriores a 3.000 a.C. Em Israel, encontra-se um dos exemplos mais conhecidos, a famosa fortaleza de Masada, com dez reservatórios escavados na rocha, tendo como capacidade total 40 milhões de litros. No México, existem cisternas ainda em uso, que datam antes da chegada de Cristóvão Colombo à América (TOMAZ, 2003).

Em países industrializados, como a Alemanha, a população e as autoridades públicas estão apoiando ativamente o aproveitamento de água de chuva. Além disso, o governo alemão está participando com apoio financeiro, oferecendo financiamentos para a construção de sistemas de captação de água pluvial, incentivando assim a economia de água potável para suprir as futuras populações e novas indústrias, conservando as águas subterrâneas que são utilizadas como fontes de recurso hídrico em muitas cidades do país (GROUP RAINDROPS, 2002).

Segundo Tomaz (2001a), especialistas acreditam que até o ano de 2010, um percentual de 15% de toda água utilizada na Europa seja proveniente de aproveitamento de água de chuva.

Um dos países que mais utiliza sistemas de aproveitamento de água pluvial e promove estudos e pesquisas nessa área, é o Japão. Como exemplo, tem-se o caso de Tóquio, onde regulamentos do governo metropolitano obrigam que todos os prédios com área construída maior que 30.000 m² ou que utilize mais de 100 m³ por dia de água para fins não potáveis, façam reciclagem da água de chuva e de água servida (água de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupas). Além disso, a fim de evitar enchentes, devem ser construídos reservatórios de detenção de água de chuva em áreas de terrenos maiores de 10.000 m² ou em edifícios que tenham mais que 3.000 m² de área construída (TOMAZ, 2003).

Países como Estados Unidos, Austrália e Cingapura também estão desenvolvendo pesquisas referentes ao aproveitamento de água pluvial. Em 1992, iniciou-se sistema de uso de água de chuva no Aeroporto de Chagi, em Cingapura. A chuva captada nas pistas de decolagem e aterissagem é coletada e utilizada para descarga dos banheiros (GROUP RAINDROPS, 2002).

2.6.4 Aproveitamento de Água Pluvial no Brasil

No Brasil, até aproximadamente 20 anos atrás existiam poucas experiências de aproveitamento de água pluvial. Hoje, já existe no país a Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água de Chuva, que é responsável por divulgar estudos e pesquisas, reunir equipamentos, instrumentos e serviços sobre o assunto (ACBMAC, 2007).

Na cidade de Guarulhos, estado de São Paulo, algumas indústrias utilizam água de chuva. Segundo Thomaz (1993), é realizado aproveitamento de água de chuva em uma indústria de tingimento de tecidos, captada através de um telhado de 1.500 m^2 e armazenada em reservatório subterrâneo de 370 m^3.

Já em Blumenau, cidade localizada no estado de Santa Catarina, foi instalado sistema de aproveitamento de água pluvial em um hotel com 569,50 m² de área de cobertura (área de captação). O volume da cisterna utilizada é 16.000 litros, estimando-se a economia anual de água potável em torno de 684.000 litros (BELLA CALHA, 2007).

Além disso, outros estudos e pesquisas referentes a aproveitamento de água pluvial foram desenvolvidos no país.

No estado de Santa Catarina, Montibeller e Schmidt (2004) realizaram um estudo do potencial de economia de água potável utilizando água pluvial para fins não potáveis em 66 municípios catarinenses. Com base em dados fornecidos pela Companhia de Abastecimento de Água do Estado, tais como: população e consumo de água dos municípios e índices pluviométricos fornecidos pela Empresa de Pesquisas Agropecuárias e Extensão Rural de Santa Catarina, foi possível verificar o potencial de economia de água tratada juntamente com a análise das áreas de telhados estimados de cada município, fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Como resultados, verificou-se que 86% dos municípios, o que representa 57 cidades, alcançaram um potencial de economia de água tratada através do aproveitamento de águas pluviais superior a 50%. A média de economia de água potável obtida neste estudo para os 66 municípios catarinenses analisados foi de aproximadamente 74%.

Ghisi e Ferreira (2006) avaliaram o potencial de economia de água potável de um condomínio residencial em Florianópolis através do aproveitamento de água pluvial e reúso de águas cinzas, levando em conta o uso em conjunto e separadamente dessas duas técnicas. Por meio de simulações computacionais realizadas com auxílio do programa computacional Netuno, desenvolvido por Ghisi e Trés (2004) para verificar o potencial de economia de água potável obtido pelo uso de água de chuva, foi possível verificar o volume do reservatório de água pluvial e o respectivo potencial de economia de água potável.

A Tabela 23 apresenta os dados de entrada para o programa Netuno e os resultados obtidos nas simulações referentes apenas ao uso de aproveitamento de água pluvial.

Tabela 23 – Dados de entrada e resultados obtidos nas simulações para um condomínio residencial multifamiliar localizado em Florianópolis (GHISI & FERREIRA, 2006).

Dados de Entrada	Bloco A	Bloco B	Bloco C
Demanda de água potável (litros *per capita* /dia)	179,1	133,3	141,4
Número de moradores por apartamento	2,25	2,67	2,33
Número de apartamentos por bloco	16	17	16
Área de captação (m²)	324	324	324
Coeficiente de perdas	0,85	0,85	0,85
Demanda de água pluvial (% da demanda de água potável)	39,2	40,1	42,7
Resultados			
Volume do reservatório inferior (litros)	10.000	10.000	10.000
Economia de água potável (%)	14,7	15,6	17,7

Através dos dados apresentados na tabela acima, percebe-se que a economia média estimada de água potável dos blocos do condomínio residencial estudado, obtida através do aproveitamento de água pluvial, é de apenas 16%, estando abaixo dos valores necessários para suprir a demanda de água pluvial de cada bloco. Desta forma, verifica-se que as áreas de captação avaliadas, neste caso os telhados, foram insuficientes.

2.6.5 Aproveitamento de Água Pluvial em Escolas

O uso de técnicas alternativas, como o aproveitamento de água da chuva, em edificações escolares, é de fundamental importância para a conservação dos recursos hídricos, pois não causa praticamente nenhum impacto ambiental e gera considerável redução no consumo de água potável.

As edificações escolares, em geral, têm um grande potencial para a implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial, por apresentarem grandes áreas de telhados e outras coberturas (áreas de captação), contribuindo para coleta de maior volume de água da chuva.

Além disso, as escolas atendem grande número de pessoas, direta ou indiretamente, constituindo-se desta forma, excelente meio de divulgação dos benefícios de técnicas sustentáveis, como o aproveitamento de água pluvial, proporcionando também que potenciais futuros usuários se familiarizem com tais sistemas (WERNECK & BASTOS, 2006).

Antes da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, é necessário realizar um estudo de viabilidade técnica e econômica, considerando dados da edificação, como áreas de captação, dados de precipitação pluviométrica da localidade e o consumo mensal de água potável e não potável, obtendo assim estimativas da economia gerada através deste sistema.

Foi realizado por Werneck e Bastos (2006), um estudo para avaliar a viabilidade do uso de água pluvial para fins não potáveis em 77 escolas do município de Barra do Piraí, no estado do Rio de Janeiro.

Dentro dessa pesquisa, realizou-se um estudo de caso para avaliar a viabilidade de instalação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um colégio particular, o Colégio Cândido Mendes. Para tanto, adotou-se a utilização de água da chuva em um percentual de 70% da demanda total de água para consumo não potável, valor entre os apresentados por Ywashima (2006) para as escolas de Ensino Fundamental, já citados anteriormente no item 2.5.1.

Desta forma, foi elaborado para o Colégio Cândido Mendes orçamento totalizando o custo de R$ 35.296,84. Considerando a implantação de um sistema de aproveitamento pluvial contendo armazenamento total de água de chuva de 50m³, sendo 6m³ em reservatórios existentes e 44m³ em uma cisterna de duas câmaras de concreto.

Verificou-se para este colégio que, de uma demanda total real de água tratada de 13.488,40 m³ (demanda total de um período de oito anos, de 1998 a 2005), poderiam ser de água de chuva em torno de 5.450,50 m³, o que equivale a 40,4% de redução no consumo de água potável. Em termos financeiros, a economia média anual em contas de fornecimento de água seria de R$ 3.354,24, tendo em vista aplicação de uma taxa de juros mensal de 1% sobre o custo total e amortização devido à economia anual obtida, o período de retorno do investimento seria 21 anos (WERNECK & BASTOS, 2006).

Além da implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações escolares, é possível reduzir ainda mais o consumo de água através do uso de equipamentos economizadores. Através do uso conjunto de equipamentos economizadores e aproveitamento de água de chuva no Colégio Cândido Mendes, orçado em R$ 39.251,10, foi estimada uma redução de 64,4% da demanda total de água. Com isso, seria gerada economia anual média de R$ 5.351,17, tendo como tempo de retorno 12 anos e 6 meses.

Desta forma, constata-se que o uso de equipamentos economizadores juntamente com o aproveitamento de água de chuva, possibilita um menor consumo total de água potável nas edificações, permitindo períodos de retorno com prazos mais favoráveis.

2.7 Considerações Finais

Nesta época em que se ressalta a necessidade da conservação da água, é preciso buscar medidas e soluções sustentáveis que venham contribuir com o uso racional da água. Entre essas soluções sustentáveis, destacam-se as técnicas de aproveitamento de água pluvial.

Deste modo, verifica-se a importância de se conhecer estudos já realizados por outros pesquisadores, comprovando que o potencial de economia de água potável obtido através do aproveitamento de água pluvial é bastante expressivo.

Lamenta-se a escassez na literatura nacional de estudos que tratem especificamente de usos finais de água e aproveitamento de água pluvial em instituições de ensino. Visto que os edifícios escolares se diferem significativamente de outras tipologias de edifícios, torna-se limitada a comparação de resultados com outras pesquisas já realizadas.

3 METODOLOGIA

3.1 Considerações Iniciais

Para a verificação do potencial de economia de água potável obtido através de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, no SENAI/Florianópolis, foi desenvolvida uma metodologia que compreende as seguintes etapas: descrição do objeto de estudo, levantamento de dados referentes ao consumo de água, dados pluviométricos da região, determinação das áreas de cobertura, dimensionamento do reservatório para aproveitamento de água pluvial e análise econômica da viabilidade de implantação do sistema.

3.2 Área de Estudo

O município de Florianópolis, com área de 436,5 km², está localizado entre os paralelos 27°10’ e 27°50’ de latitude sul e entre os meridianos 48°20’ e 48°35’ de longitude oeste.

Florianópolis está dividida em duas porções de terras, uma refere-se à Ilha de Santa Catarina, que possui uma área de 424,4 km² de forma alongada no sentido norte-sul; a outra porção está localizada na área continental, com área de 12,1 km², conhecida como continente. As delimitações do município são: a leste é banhado pelo oceano Atlântico, a norte pela baía norte, a sul pela baía sul, e limita-se a oeste com o município de São José (Guia Digital Florianópolis, 2007). Na Figura 5 pode-se observar a localização geográfica do município de Florianópolis.

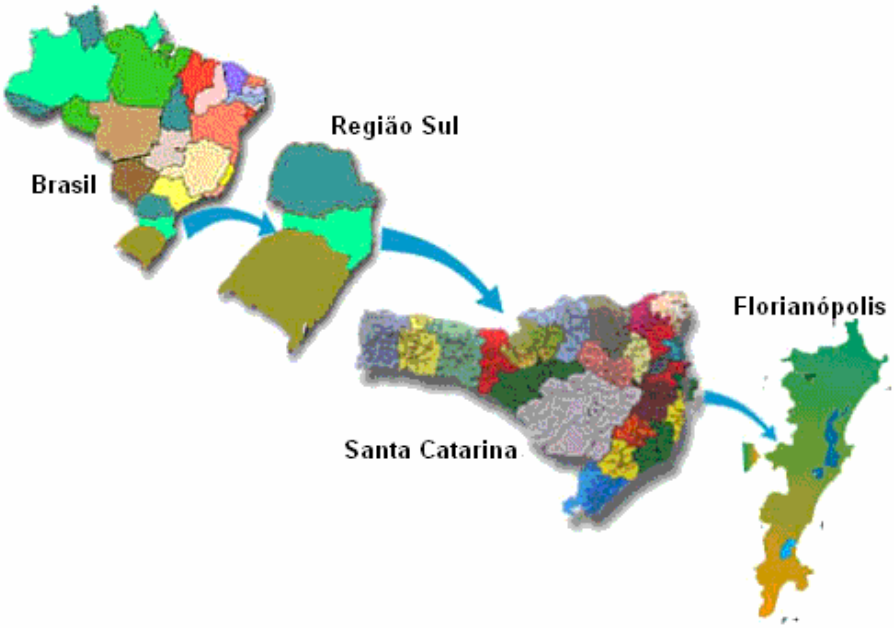


Figura 5– Localização geográfica de Florianópolis (Guia Digital Florianópolis, 2007).

Florianópolis é dotada de um clima mesotérmico úmido, possuindo características climáticas inerentes ao litoral sul brasileiro. As estações do ano são bem caracterizadas. Segundo os critérios de Köeppen, a classificação climática da região de Florianópolis é do tipo Cfa, situada em zona intermediária subtropical, pertencente ao grupo mesotérmico úmido, com chuvas distribuídas uniformemente durante o ano (PMF, 2007).

3.3 Objeto de Estudo

A Instituição de Ensino objeto de estudo do presente trabalho é o SENAI/Florianópolis-SC, Centro de Tecnologia em Automação e Informática - CTAI, localizado na Rodovia SC 401, № 3730, bairro Saco Grande, na cidade de Florianópolis-SC.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI, criado em 1942, por iniciativa do empresariado do setor, é hoje um dos mais importantes pólos nacionais de geração e difusão de conhecimento aplicado ao desenvolvimento industrial. Parte integrante do Sistema Confederação Nacional da Indústria - CNI e Federações das Indústrias dos estados, o SENAI apóia 28 áreas industriais distribuídas em todo o território nacional, por meio da formação de recursos humanos e da prestação de serviços como assistência ao setor produtivo, serviços de laboratório, pesquisa aplicada e informação tecnológica. Graças à flexibilidade de sua estrutura, o SENAI é o maior complexo de educação profissional da América Latina. Oferece cursos abertos à comunidade e, também, cursos exclusivos para atendimento às empresas (SENAI, 2007).

O sistema Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina - FIESC, através do SENAI, inaugurou em abril de 1994 o SENAI/Florianópolis, em decorrência da necessidade de oferecer às indústrias catarinenses um centro tecnológico capaz de desenvolver e transferir tecnologia (SENAI/Florianópolis, 2007).

O SENAI/Florianópolis oferece atualmente cursos de nível técnico em Programação de Computadores, cursos superiores de Tecnologia em Automação Industrial, Rede de Computadores e Telecomunicações, além de cursos de Pós-graduação, MBA e ensino à distância. Atende atualmente a 375 alunos de cursos presenciais, distribuídos do nível técnico até Pós-graduação. Conta com 124 funcionários, e 66 professores.

A edificação, localizada em um terreno de 28.114,58 m², possui dois pavimentos, tendo uma área total construída de 5.199,45 m², onde estão distribuídas salas de aula, laboratórios nas áreas de Tecnologia da Informação e Automação, biblioteca, auditórios, restaurante e lanchonete, além de guarita de vigilância.

As Figuras 6 a 8 apresentam, respectivamente, a localização, vista aérea e fachada do SENAI/Florianópolis.

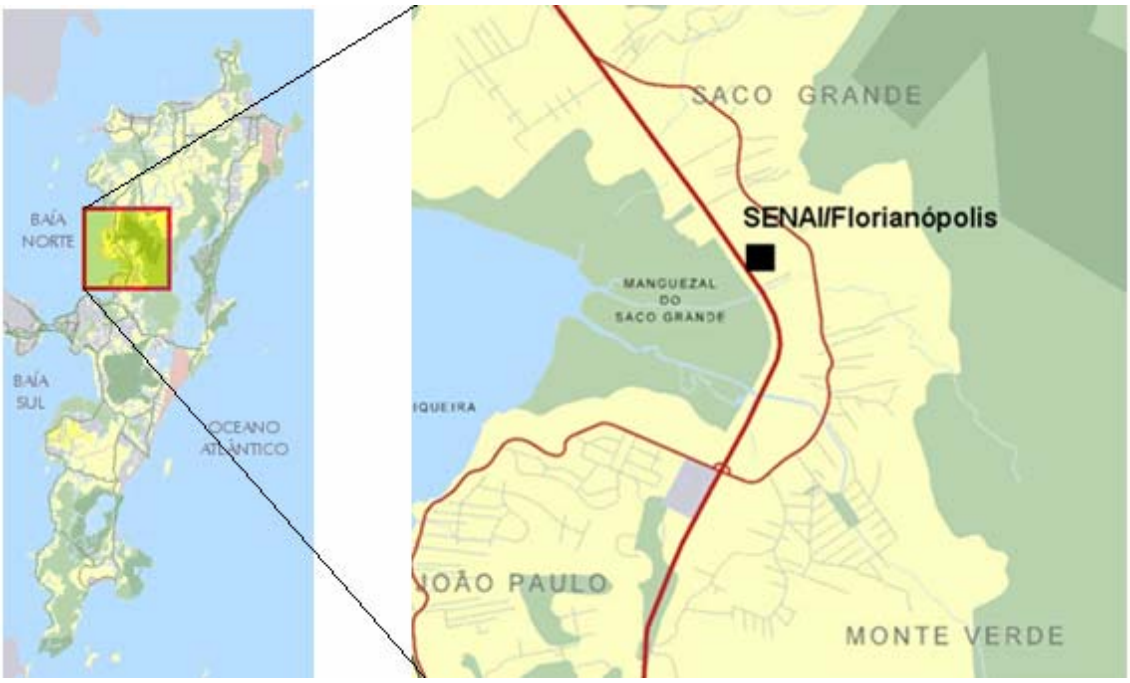


Figura 6– Localização do SENAI/Florianópolis (Guia Digital Florianópolis, 2007).

Figura 7 - Vista aérea do SENAI/Florianópolis (Google Earth, 2007).

Figura 8- Fachada do SENAI/Florianópolis.

A cobertura do prédio é de telhas cerâmicas tipo plan natural. Para a drenagem da água pluvial existem calhas de concreto impermeabilizado, e condutores verticais e horizontais de PVC, com 100 mm de diâmetro. Verificou-se no projeto hidrossanitário da edificação, que os condutores da drenagem da água pluvial estão ligados diretamente na rede de escoamento de águas pluviais.

Através de informações obtidas por funcionários do SENAI/Florianópolis, constatou-se que não existe atualmente, e também nunca foi utilizado, nenhum tipo de sistema de aproveitamento de água pluvial na edificação.

3.4 Levantamento de Dados

Para realizar a estimativa dos usos finais de água e a análise de viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para o SENAI/Florianópolis, foi necessário realizar levantamentos de dados, através de entrevistas com funcionários e alunos, coleta de contas de consumo de água, leituras de hidrômetro, verificação de áreas de captação, dados pluviométricos entre outros.

3.4.1 Áreas de Cobertura

O levantamento das áreas de cobertura (áreas de captação) de todos os blocos do SENAI/Florianópolis fez-se necessário, além de outras variáveis, para estimar o volume do reservatório de água de chuva.

O cálculo destas áreas foi feito baseado nas áreas de telhado verificadas na planta de cobertura da edificação, e inclinação dos telhados.

Os dados relativos às áreas de captação de água de chuva são muito importantes, pois a área de telhado trata-se de uma das variáveis de entrada do programa que será utilizado

para o dimensionamento de reservatórios de água de chuva, abordado mais a frente no item 3.6.2.

3.4.2 Dados Pluviométricos

Os dados pluviométricos utilizados neste trabalho foram fornecidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. – EPAGRI.

Estes dados foram coletados da Estação Meteorológica de Florianópolis. A estação está localizada no bairro Itacorubi, em latitude 27º34' 49" Sul, longitude 48º30' 22" Oeste e altitude de 2 metros.

A escolha desta estação meteorológica se deu por ser a estação mais próxima do SENAI/Florianópolis e possuir grande volume de informação, armazenado pela EPAGRI. Os dados fornecidos incluem informações sobre precipitações diárias de sete anos, de 01/01/2000 a 31/12/2006.

3.4.3 Dados de Consumo de Água

Os dados de consumo de água do prédio foram necessários para que possa ser feita uma comparação entre os valores de consumo diário reais com o consumo diário estimado através dos levantamentos de vazões dos aparelhos sanitários e entrevistas.

Os valores de consumo diário reais serão verificados através de faturas mensais da CASAN e de leituras diárias no hidrômetro.

3.4.3.1 Consumo de Água medido pela CASAN

O consumo de água do SENAI/Florianópolis medido pela CASAN (Companhia Catarinense de Água e Saneamento) foi obtido no Setor de Finanças do SENAI/SC, localizado no bairro Itacorubi.

Foram fornecidos os consumos mensais de água em um período de dois anos (2005 e 2006), a partir dos dados registrados nas faturas mensais da CASAN. Também foi fornecido o consumo de alguns meses de 2007 (janeiro a junho).

Vale lembrar que, na página eletrônica da CASAN é possível obter um histórico do consumo de água dos últimos 12 meses, a partir do número de matrícula do edifício, constante na fatura.

3.4.3.2 Leituras no Hidrômetro

O monitoramento do consumo diário de água foi feito através de leituras diárias no hidrômetro do SENAI/Florianópolis.

As leituras foram realizadas durante o período de 10 a 17 de abril de 2007. Conforme informações da CASAN, deve-se ler no hidrômetro os algarismos pretos, que se referem a metros cúbicos de água consumidos. Os outros algarismos, vermelhos, podem ser desprezados (CASAN, 2007). Foram seguidas essas instruções para efetuar as leituras no hidrômetro.

Calculou-se o consumo diário pela diferença de duas leituras. A média de consumo de água para a semana que foram realizadas as leituras, foi calculada dividindo o consumo total pelo número de dias correspondentes.

As leituras diárias do hidrômetro possibilitaram uma comparação entre os valores de consumo diário lidos com o consumo diário estimado através das entrevistas. Porém, os usos finais foram corrigidos baseando-se na média de consumo mensal dos meses letivos de 2007, obtida das faturas da CASAN.

3.5 Usos Finais de Água

Para realizar a estimativa do consumo de água por usos finais no prédio, foi necessário levantar as características dos aparelhos sanitários, a freqüência e o tempo com que os mesmos são utilizados. Desta forma, foi realizado levantamento dos tipos de aparelhos sanitários existentes, medições das vazões desses aparelhos e realizadas entrevistas com os usuários.

Estes dados são necessários neste estudo para que seja feita a estimativa do consumo médio de água para cada tipo de aparelho sanitário, e desta forma seja verificada a demanda de água em usos com fins não potáveis, determinando o potencial de economia que pode ser gerado através do uso de água pluvial.

3.5.1 Aparelhos Sanitários Existentes

Através de visitas *in loco,* foram verificados quais eram os tipos de aparelhos sanitários existentes no SENAI/Florianópolis.

Verificaram-se também as atividades realizadas no prédio que utilizam água, e quais aparelhos são utilizados nessas atividades.

3.5.2 Vazões

A estimativa da vazão de cada aparelho foi realizada utilizando um recipiente com volume conhecido e cronometrando o tempo necessário para o enchimento do recipiente com água.

As torneiras (dos banheiros, tanques e pia da cozinha), chuveiros, bebedouros e mangueira, foram utilizados de forma padronizada. Procurou-se na medição das vazões, abrir

os aparelhos sempre com a mesma abertura, ou no caso das torneiras de lavatórios que são de acionamento automático, foram pressionadas com a mesma intensidade. O valor da vazão de cada aparelho foi determinado a partir de uma média de três vazões.

Para os vasos sanitários e mictórios, que possuem válvula de descarga, não foram realizadas medições devido à falta de equipamentos adequados. Sendo assim, foi adotado para a descarga dos vasos sanitários o valor de vazão de 1,7 litros/s, e para mictórios 0,15 litros/s, valores recomendados pela norma NBR 5626 (ABNT, 1998), e também pelos fabricantes.

3.5.3 Entrevistas com os Usuários

As entrevistas foram realizadas por meio de questionários aplicados aos funcionários, professores e alunos do SENAI/Florianópolis, a fim de descobrir a freqüência de uso de água em cada aparelho sanitário.

Nos questionários foram feitas perguntas que demonstrassem o tempo e a quantidade de vezes que cada aparelho sanitário era utilizado no período de ocupação.

Para obter um levantamento mais preciso, seria necessário entrevistar toda a população que ocupa o prédio. Porém, verificou-se certa dificuldade para contatar todos os funcionários, professores e alunos, em função dos diferentes dias da semana e horários que os mesmos se encontravam no prédio.

Além disso, percebeu-se que algumas pessoas não estavam muito dispostas a participar deste estudo, sendo que devolviam o questionário em branco, ou nem mesmo o devolviam. Felizmente a maioria das pessoas colaborou, porém preferindo responder o questionário quando tivesse tempo. Isso contribuiu para que as respostas tivessem certo grau de imprecisão, em função de algumas dúvidas de interpretação do conteúdo do questionário.

Sendo assim, decidiu-se realizar a pesquisa por amostragem. Foi calculada uma amostra que seria representativa, levando em consideração um valor de erro amostral.

As amostras foram calculadas segundo a metodologia apresentada por Barbetta (2003), o qual salienta que é possível determinar uma amostra que represente um determinado número de pessoas através da Equação 3.1.

$$n \geq \frac{n_\circ * \mathrm{N}}{n_\circ + \mathrm{N}} \qquad \text{[Eq. 3.1]}$$

Onde:

$$n_\circ \geq \frac{1}{\varepsilon_o^2}$$

N = número total de pessoas;

ε_o = erro amostral desejado (1 a 20%);

n = amostra de pessoas entrevistadas.

Para uma amostra ser bastante significativa, o erro adotado deveria estar entre 1 e 4% (BARBETTA, 2003). Porém, para esse estudo, foram adotados valores maiores de erros, em função do número de pessoas que foram efetivamente entrevistadas.

Foram aplicados quatro tipos de questionários. Para funcionários, professores e alunos foram aplicados questionários com as mesmas perguntas, apenas com um item diferenciado, indicando função, no caso de funcionários e professores, e curso para alunos. Os questionários utilizados nas entrevistas estão apresentados no Apêndice 1.

Para os funcionários da limpeza interna e externa, jardinagem, cozinha do restaurante/lanchonete e lavação de automóveis, foram aplicados questionários caracterizados para as respectivas funções. Aos funcionários da limpeza, por exemplo, coletou-se informações referentes à freqüência de utilização das torneiras do tanque e mangueira para lavação de calçadas. Para a lavação de automóveis, foi verificada a quantidade de carros lavados por semana, tempo de uso da água em cada carro e vazão da mangueira utilizada.

Os resultados obtidos através das entrevistas permitem obter valores que representam a freqüência e o tempo de utilização de cada tipo de aparelho sanitário para o total geral do prédio e por pessoa.

3.5.4 Estimativa do Consumo de Água

O consumo diário total de água em cada aparelho sanitário considerado de uso individual foi estimado com base nos dados de freqüência e tempo de uso dos mesmos, obtidos através das entrevistas e o número de pessoas que efetivamente utiliza cada aparelho.

A estimativa do consumo de água referente às atividades consideradas de uso coletivo, foi realizada com base em entrevistas com todos os responsáveis por tais atividades, e não por amostras. Desta forma, o consumo estimado nessas atividades não será multiplicado pelo número de usuários, pois já se trata do consumo total de cada respectiva atividade.Também se utilizou no cálculo do consumo diário, as vazões estimadas.

3.5.4.1 Estimativa do Consumo de Água em Aparelhos de Uso Individual

Considerou-se como aparelhos de uso individual as torneiras de lavatórios, bebedouros, vasos sanitários, mictórios e tanque de laboratórios, por serem utilizados de forma individual. Outro fator importante que levou a separar as atividades de uso individual, foi o fato de terem sido entrevistadas apenas amostras dos usuários dos mesmos e não o total de usuários.

É importante citar que o consumo de água em chuveiros, apesar de ser um aparelho de uso individual, foi computado juntamente com os consumos de uso coletivo em função de não ter sido estimado por meio de amostra, e sim com todos os reais usuários.

O cálculo de consumo médio diário de água *per capita* por aparelhos foi realizado com base no somatório da multiplicação da freqüência e tempo de uso obtidos nas entrevistas; e vazão do aparelho, dividido pelo número de pessoas entrevistadas, conforme apresentado na Equação 3.2.

$$C_{\text{médio aparelho}} = \frac{\sum_{i}^{n} f_i * t_i * Q}{n} \qquad \text{[Eq. 3.2]}$$

Onde:

$C_{\text{médio aparelho}}$ = consumo médio diário de água *per capita* do aparelho (litros/dia/pessoa);

f_i = freqüência diária de uso do aparelho (número de vezes/dia);

t_i = tempo diário de uso do aparelho (segundos/dia);

Q = vazão do aparelho (litros/segundo);

n = amostra de pessoas entrevistadas.

Para o cálculo de consumo diário total de água em torneiras de lavatórios e bebedouros, considerou-se como usuários a população total do prédio (565 pessoas), conforme apresentado nas Equações 3.3 e 3.4.

$$C_{\text{torneira lavatório}} = C_{\text{médio aparelho}} * P \qquad \text{[Eq. 3.3]}$$

Onde:

$C_{\text{torneira lavatório}}$ = Consumo médio diário de água em torneiras de lavatórios (litros/dia);

$C_{\text{médio aparelho}}$ = consumo médio diário de água *per capita* no aparelho (litros/dia/pessoa);

P = população total.

$$C_{\text{bebedouro}} = C_{\text{médio aparelho}} * P \qquad \text{[Eq. 3.4]}$$

Onde:

$C_{\text{bebedouro}}$ = Consumo médio diário de água em bebedouros (litros/dia);

$C_{\text{médio aparelho}}$ = consumo médio diário de água *per capita* no aparelho (litros/dia/pessoa);

P = população total.

Para o cálculo do consumo de água nos vasos sanitários, considerou-se como usuários toda a população feminina, totalizada em 129 pessoas, mais o percentual da população total masculina que utilizada os vasos sanitários, verificado através das entrevistas. O cálculo de consumo para vasos sanitários está representado pela Equação 3.5.

$$C_{\text{vaso sanitário}} = C_{\text{médio aparelho}} * P_{vs} \qquad \text{[Eq. 3.5]}$$

Onde:

$C_{\text{vaso sanitário}}$ = Consumo médio diário de água em vaso sanitários (litros/dia);

$C_{\text{médio aparelho}}$ = consumo médio diário de água *per capita* no aparelho (litros/dia/pessoa);

P_{vs} = População total feminina mais percentual da população total masculina que utiliza os vasos sanitários.

O consumo médio diário de água em mictórios foi calculado considerando toda a população masculina do prédio, de 436 homens, conforme apresentado na Equação 3.6.

$$C_{mictório} = C_{médio\ aparelho} * P_{masc} \quad [Eq.\ 3.6]$$

Onde:

$C_{mictório}$ = Consumo médio diário de água em mictórios (litros/dia);

$C_{médio\ aparelho}$ = consumo médio diário de água no aparelho (litros/dia);

P_{masc} = População total masculina.

Para o cálculo de consumo de água em torneiras de tanques de laboratórios, representado pela Equação 3.7, utilizou-se o número de funcionários homens (47 pessoas) que trabalham no prédio, pelo fato de durante as entrevistas terem sido os únicos a citar o uso deste dispositivo para lavação de peças e das mãos.

$$C_{tanque\ lab.} = C_{médio\ aparelho} * P_{func} \quad [Eq.\ 3.7]$$

Onde:

$C_{tanque\ lab.}$ = Consumo médio diário de água em torneiras de tanques de laboratórios (litros/dia);

$C_{médio\ aparelho}$ = consumo médio diário de água no aparelho (litros/dia);

P_{func}= População de funcionários do sexo masculino.

Depois de efetuada a estimativa de consumo em cada aparelho de uso individual, realizou-se um somatório para verificar o consumo total diário de água nos aparelhos usados em atividades individuais, conforme apresentado pela Equação 3.8.

$$C_{aparelhos} = C_{torneira\ lavatório} + C_{bebedouro} + C_{vaso\ sanitário} + C_{mictório} + C_{tanque\ lab.} \quad [Eq.\ 3.8]$$

Onde:

$C_{aparelhos}$ = consumo total diário de água dos aparelhos usados em aparelhos de usos individuais (litros/dia);

$C_{torneira\ lavatório}$ = Consumo médio diário de água em torneiras de lavatórios (litros/dia);

$C_{bebedouro}$ = Consumo médio diário de água em bebedouros (litros/dia);

$C_{vaso\ sanitário}$ = Consumo médio diário de água em vasos sanitários (litros/dia);

$C_{mictório}$ = Consumo médio diário de água em mictórios (litros/dia);

$C_{tanque\ lab.}$ = Consumo médio diário de água em torneiras de tanques de laboratórios (litros/dia).

3.5.4.2 Estimativa do Consumo de Água em Atividades de Uso Coletivo

A estimativa dos consumos de água referentes à limpeza do prédio (que inclui também lavação de calçadas e limpeza de vidros), lavação de carros, cozinha do restaurante, irrigação de jardins e banhos foram calculadas com base em entrevistas com todos os responsáveis por tais atividades, e não por amostras. Desta forma, o consumo estimado nessas atividades não será multiplicado pelo número de usuários, pois já se trata do consumo total de cada respectiva atividade. A Equação 3.9 apresenta o consumo total diário de água das atividades acima citadas.

$$C_{atividades} = C_{limpeza\ prédio} + C_{lavação\ carros} + C_{restaurante} + C_{irrigação} + C_{banhos} \quad \text{[Eq. 3.9]}$$

Onde:

$C_{atividades}$ = consumo total diário de água utilizada em atividades de uso coletivo (litros/dia).

$C_{limpeza\ prédio}$ = consumo total diário de água utilizada em atividades de limpeza do prédio, que inclui também lavação de calçadas e limpeza de vidros (litros/dia).

$C_{lavação\ carros}$ = consumo total diário de água utilizada em lavação de carros (litros/dia).

$C_{restaurante}$ = consumo total diário de água utilizada na torneira da pia da cozinha do restaurante e lanchonete (litros/dia).

$C_{irrigação}$ = consumo total diário de água utilizada em irrigação de jardins (litros/dia).

C_{banhos} = consumo total diário de água utilizada em banhos (litros/dia).

Conforme explicado anteriormente, o consumo de água em banhos, apesar de ser uma atividade de uso individual, foi incluído nos consumos de uso coletivo devido ter sido estimado por meio de entrevista com todos os reais usuários, e não por amostras.

3.5.4.3 Estimativa do Consumo Total Diário e Mensal de Água

O consumo médio diário de água total do prédio foi calculado através do soma do consumo total diário de água para aparelhos de uso individual mais o consumo total diário de água utilizada em atividades de limpeza geral do prédio, lavação de carros, restaurante, irrigação de jardins e banhos, conforme apresentado na Equação 3.10.

$$C_{diário\ total} = C_{aparelhos} + C_{atividades} \quad \text{[Eq. 3.10]}$$

Onde:

$C_{diário\ total}$ = consumo diário total de água do prédio (litros/dia);

$C_{aparelhos}$ = consumo total diário de água dos aparelhos usados em aparelhos de usos individuais (litros/dia);

$C_{atividades}$ = consumo total diário de água utilizada em atividades de uso coletivo (litros/dia).

No SENAI/Florianópolis existem cursos de pós-graduação em que são ministradas aulas no final de semana (sexta-feira à noite e no sábado durante o dia), os quais ocorrem em média apenas duas vezes por mês. Dessa forma, ocorre uma grande variação de ocupação do prédio em alguns sábados, não podendo ser contabilizado apenas o consumo diário de água de segunda a sexta-feira.

Além disso, algumas atividades que utilizam água são realizadas apenas semanalmente, que é o caso da irrigação de plantas e da lavação de carros, ou mensalmente (lavação de calçadas), ou ainda anualmente, caso da limpeza de vidros.

Para essas atividades que não são realizadas diariamente, optou-se em utilizar na freqüência diária, uma freqüência fracionada. Por exemplo, para uma freqüência de uma vez por mês, utilizou-se um dia dividido por trinta (equivalente a 0,033 vezes/dia).

Diante disso, para obter uma estimativa mais adequada, optou-se também por verificar o consumo mensal de água, o qual foi determinado multiplicando o consumo diário total pelo número médio de dias úteis no mês. A Equação 3.11 apresenta o consumo médio mensal de água.

$$C_{mensal} = C_{diário\ total} * d_{úteis} \qquad \text{[Eq. 3.11]}$$

Onde:

C_{mensal} = consumo mensal total de água no prédio (litros/mês);

$C_{diário\ total}$ = consumo diário total de água no prédio (litros/dia);

$d_{úteis}$ = número de dias úteis em um mês letivo (dias).

O número de dias úteis de um mês na maioria dos meses do ano é 22 dias. Como ocorrem aulas de pós-graduação em geral em dois sábados por mês, o número de dias úteis em um mês letivo seria 24 dias. Porém, nos sábados, a grande maioria dos funcionários não trabalha, e assim a população total do prédio é inferior ao verificado durante os dias de semana. Portanto, adotou-se no presente estudo, para fins de cálculo do consumo mensal, o número de dias úteis como sendo 23 dias.

Outro dado importante é o período letivo do SENAI/Florianópolis. Para os cursos de graduação, o período letivo pode ser anual ou semestral, de acordo com o projeto pedagógico de cada curso, sendo que o ano letivo tem, no mínimo, 200 dias de trabalho acadêmico efetivo.

3.5.5 Análise de Sensibilidade

Respostas imprecisas dos entrevistados com relação à freqüência e tempo de utilização dos aparelhos sanitários podem acarretar erros na estimativa dos consumos de água.

Percebeu-se, durante as entrevistas, dúvidas nas respostas dos usuários, além disso, a grande maioria preferiu responder o questionário sozinho, o que contribui para maiores imprecisões nas respostas. Analisando algumas respostas dos questionários, percebeu-se também que alguns nem mesmo leram com atenção as perguntas.

A análise da sensibilidade consiste em variar a freqüência e duração de utilização dos aparelhos sanitários em intervalos adequados, para constatar a influência de cada tipo de aparelho sobre a variação do consumo final de água.

Desta forma, para ajustar o consumo calculado com o consumo medido pela CASAN, fez-se uma análise de sensibilidade, de modo a verificar a influência do erro de cada dado levantado no consumo estimado. De acordo com os resultados na análise de sensibilidade, ajusta-se o consumo calculado para que seja próximo ao consumo medido.

Aplicaram-se variações de +30% a -30%, em intervalos de 10%, sobre a freqüência, vazão e tempo de uso dos aparelhos que possuíam os maiores consumos de água no prédio, a saber, vasos sanitários, torneira de cozinha, torneiras de lavatórios, mictórios e bebedouro.

Assim, a análise de sensibilidade foi realizada para verificar a influência de cada aparelho sobre o consumo final, determinando quais são os aparelhos mais sensíveis a erros.

O ajuste foi feito após a comparação entre o consumo diário de água estimado e o consumo real. Primeiramente, verificou-se qual o percentual de um cada dos dois aparelhos mais sensíveis em relação apenas a soma do consumo estimado desses dois aparelhos.

Assim, a diferença verificada entre o consumo real e o estimado foi atribuída proporcionalmente aos consumos estimados dos dois aparelhos de maior sensibilidade.

3.5.6 Usos Finais Corrigidos

Depois de estimados os usos finais, foi realizada uma comparação com os dados das faturas da CASAN, para examinar se haviam diferenças entre o consumo medido e o estimado.

A diferença verificada entre o consumo real e o estimado, foi atribuída aos dois aparelhos mais sensíveis, verificados na análise de sensibilidade. Desta forma, depois de realizados ajustes no consumo de água, os usos finais foram corrigidos, definindo os novos percentuais de consumo em cada aparelho sanitário e atividade.

O consumo diário de água *per capita* foi determinado através do quociente entre o consumo total diário real de água pela população total do prédio. A Equação 3.12 apresenta o cálculo do consumo diário de água *per capita*.

$$C_{\text{diário per capita}} = \frac{C_{\text{diário total}}}{P} \quad \text{[Eq. 3.12]}$$

Onde:

$C_{\text{diário } per\ capita}$ = consumo diário de água *per capita* (litros/dia/pessoa);

$C_{\text{diário total}}$ = consumo diário total de água no prédio (litros/dia);

P = População total.

3.6 Avaliação do Potencial de Economia de Água Potável

A fim de se estimar o potencial de economia proveniente da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, foi verificado o percentual de água potável utilizado em fins não potáveis, e também foi estimado o volume ideal de reservatório de acumulação da água pluvial.

3.6.1 Percentual de Água Potável que Poderia Ser Substituído por Água Pluvial

Neste estudo, considerou-se a utilização de água para fins não potáveis em descargas de vaso sanitário, mictórios, irrigação de jardins, lavação de carros, torneiras de tanques usadas para limpeza do prédio, que também inclui lavação de calçadas e limpeza de vidros.

Através da soma dos percentuais de consumo de água nas atividades consideradas para fins não potáveis, após a estimativa dos usos finais de água corrigidos, foi verificado o percentual de água potável que poderia ser substituído por água pluvial, conforme apresentado na Equação 3.13.

$$AP = P_{\text{vaso sanitário}} + P_{\text{mictório}} + P_{\text{limpeza prédio}} + P_{\text{lavação carros}} + P_{\text{irrigação}} \quad \text{[Eq. 3.13]}$$

Onde:

AP = Percentual de água potável que pode ser substituído por água pluvial (%);

$P_{\text{vaso sanitário}}$ = Percentual de água consumido em vasos sanitários (%);

$P_{\text{mictório}}$ = Percentual de água consumido em mictórios (%);

$P_{\text{limpeza prédio}}$ = Percentual de água consumido em atividades de limpeza do prédio (%);

$P_{\text{lavação carros}}$ = Percentual de água consumido em lavação de carros (%);

$P_{\text{irrigação}}$ = Percentual de água consumido em irrigação de jardins (%).

3.6.2 Reservatórios de Água Pluvial

O reservatório de acumulação da água pluvial é um dos componentes mais importantes de um sistema de aproveitamento de água pluvial, o qual deve ser dimensionado, principalmente considerando os seguintes fatores: demanda de água pluvial, áreas de captação, precipitação pluviométrica e custos totais de implantação.

Para estimar o volume ideal do reservatório de água pluvial para o presente estudo, baseou-se nas áreas de cobertura da edificação, no consumo diário de água *per capita*, na precipitação da região, no coeficiente de perdas e no percentual de água potável usada para fins não potáveis que poderia ser substituída por água pluvial.

O algoritmo do programa Netuno (2004), desenvolvido para verificar o potencial de economia de água potável obtido pelo uso de água de chuva, foi utilizado para estimar a economia apresentada para diferentes volumes de reservatório até se alcançar o mais viável. As variáveis de entrada necessárias para utilizar o programa Netuno são:

- Consumo diário *per capita* de água potável;
- Área de captação do telhado;
- População total;
- Coeficiente de perdas;
- Dados diários de precipitação pluviométrica;
- Percentual de água potável que poderia ser substituído por água pluvial;
- Volume do reservatório inferior;
- Volume do reservatório superior.

O volume de reservatório inferior é um dado de entrada do programa que precisa ser adotado. O valor adotado deve ser maior que a demanda diária de água pluvial, para que supra esse consumo diário e possa manter uma reserva para épocas de baixa precipitação pluviométrica.

A demanda diária de água pluvial é calculada pelo próprio programa Netuno, conforme apresentado na Equação 3.14.

$$D_{pluvial} = C_{diário\ per\ capita} * P * AP \qquad \text{[Eq. 3.14]}$$

Onde:

$D_{pluvial}$ = Demanda diária de água pluvial (litros/dia);

$C_{diário\ per\ capita}$ = Consumo diário de água potável *per capita* (litros/dia/pessoa);

P = População total;

AP = Percentual de água potável que poderia ser substituída por água pluvial (%).

Para a escolha do volume de reservatório adequado, fez-se variar o volume inicial do reservatório inferior, (cujo valor adotado foi imediatamente maior que a demanda diária de água pluvial), em intervalos de 1000 litros até obter o volume ideal. A assim para cada variação

realizada, o programa calculava um novo potencial de economia de água potável (em porcentagem). Quando a variação do volume do reservatório promoveu um aumento menor ou igual a 0,5% no potencial de economia de água potável, foi escolhido o volume anterior como ideal para o reservatório inferior.

O processo de variação do volume do reservatório inferior foi realizado para determinar o potencial de economia de água potável e definir o seu volume ideal.

Além disso, devido às incertezas das respostas obtidas nas entrevistas, verificou-se qual seria o potencial de economia de água potável para diferentes percentuais de água potável que poderiam ser substituídos por água pluvial, tendo como referência o percentual estimado de usos finais não potáveis. Para isso, variou-se o percentual de água potável estimado no presente estudo, em -15% a +15%, em intervalos de 5%.

A determinação do volume do reservatório superior levou em conta o volume diário correspondente à utilização de água para fins não potáveis, ou seja, para descarga de vaso sanitário, mictórios, limpeza geral do prédio, irrigação de jardins e lavação de carros. Desta forma, o volume do reservatório superior deve ser maior ou igual a quantidade de água consumida pelos aparelhos e atividades com fins não potáveis.

Vale lembrar que, podem ser utilizados vários reservatórios com volumes menores, interligados entre si, desde que totalizem o volume total do reservatório adotado.

Optou-se em localizar o reservatório inferior de água pluvial sobre o solo. Neste caso, há necessidade de bombeamento da água para o reservatório superior, realizado por moto-bombas. Quanto ao reservatório superior, será considerado localizado sobre a laje da cobertura. Essas informações são importantes para a estimativa de custos da implantação do sistema, que será abordada no próximo item.

3.7 Análise Econômica

Depois de verificado o potencial de economia de água potável, serão verificados os custos para a implantação e operação do sistema de aproveitamento de água pluvial, e também analisada sua viabilidade econômica.

Vale ressaltar que essa análise econômica será apenas uma estimativa preliminar de custos, que poderá servir como referência para novas instituições de ensino com padrões semelhantes, que desejam implantar um sistema de aproveitamento de água pluvial durante a execução da obra. Atualmente, não se tem um indicativo de que esse sistema possa ser implantado no objeto de estudo.

Os custos de implantação e operação do sistema de aproveitamento de água pluvial resumem-se basicamente em custos com materiais e equipamentos, custos de energia elétrica devido ao bombeamento de água para o reservatório superior, e custos com mão-de-obra.

Deste modo, fez-se uma estimativa dos valores de materiais e equipamentos necessários, através de uma pesquisa de preço nas maiores lojas de materiais de construção

da cidade, onde se verificou as médias de preços e obteve-se o orçamento. Os materiais orçados foram reservatórios de fibra de vidro (inferior e superior) e moto-bombas.

Os custos com tubulações e conexões serão estimados em função de um percentual de 15% do custo total de implantação do sistema, conforme recomendado em outros estudos similares (FERREIRA, 2005). Como na edificação já existem calhas de concreto impermeabilizado moldado *in loco*, e condutores verticais e horizontais de PVC, com 100 mm de diâmetro, para a drenagem de água pluvial, estes itens não serão incluídos na estimativa de custos de materiais.

Os custos com mão-de-obra para implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações já existentes, dependendo do tipo de solução adotada, geralmente representam um montante relativamente pequeno em relação ao total do custo de implantação. No caso de obras em fase de projeto, os serviços para instalação de água pluvial tornam-se ainda mais simplificados, uma vez não são necessárias reformas e adequações.

Em vista disso, os custos com mão-de-obra foram obtidos através de uma estimativa de preço realizada por profissionais especializados em execução de projetos hidrossanitários. Verificou-se o custo de execução dos serviços por dias trabalhados. Vale lembrar que outra forma de orçar a mão-de-obra seria pesquisar o custo total da execução do referido serviço.

Os custos de operação do sistema, devido a energia elétrica que será consumida em função do bombeamento de água pluvial para o reservatório superior (água pluvial), também foram calculados. Para o bombeamento de água em instalações elevatórias, a NBR 5626 recomenda que devem ser instaladas no mínimo duas moto-bombas independentes para garantir o abastecimento de água no caso de falha de uma das unidades (ABNT,1998).

A escolha da potência do par de moto-bombas foi realizada com auxílio de informações apresentadas em catálogos de fabricantes e através do software FAMAC Motobombas Versão 3.1. As variáveis adotadas para o cálculo da potência são: altura de sucção, altura de recalque, comprimento total da tubulação, vazão desejada e material da tubulação (FAMAC, 2007).

Após selecionada a potência da moto-bomba e verificada a respectiva vazão (m³/h), foi estimado o tempo de funcionamento diário e o número de dias de uso no mês.

Para determinar os custos com energia elétrica devido ao bombeamento, utilizou-se as informações referentes às moto-bombas adotadas e os valores (R$/kWh) cobrados pela CELESC para a categoria em que se enquadra o SENAI/Florianópolis.

De posse desses dados, é possível determinar o consumo de energia elétrica gasto com o bombeamento, conforme apresenta a Equação 3.15.

$$CM_{\text{energia elétrica}} = P_{\text{moto-bombas}} * t * N * V_{\text{CELESC}} \qquad \text{[Eq. 3.15]}$$

Onde:

$CM_{\text{energia elétrica}}$ = Custo mensal da energia elétrica para o funcionamento do sistema de bombeamento de água pluvial (R$);

$P_{\text{moto-bombas}}$ = Potência da moto-bomba (kW);

t = Tempo de funcionamento da moto-bomba (h/dia);

N= Número de dias de funcionamento da moto-bomba no mês;

V_{CELESC} = Valor cobrado pela CELESC, pela energia elétrica consumida (R$/kWh).

Antes de analisar a economia monetária gerada pela implantação do sistema de aproveitamento pluvial, fez-se necessário também a determinação dos novos custos relativos ao consumo de água potável.

Deste modo, foi realizado um levantamento dos novos custos de água potável, considerando o potencial de economia de água potável gerado pelo uso de água pluvial, verificado no programa Netuno.

Além disso, verificou-se através de informações fornecidas pela CASAN, em que categoria e faixa de consumo o SENAI/Florianópolis se enquadra, bem como o respectivo valor cobrado pelo m³ de água.

Assim, através da aplicação da Equação 3.16 é possível verificar qual seria o novo custo de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial:

$$CM_{\text{água potável 2}} = C_{mensal} * [(1 - P_{economia}) /100] * V_{CASAN} \quad \text{[Eq. 3.16]}$$

Onde:

$CM_{\text{água potável 2}}$ = Custo médio mensal de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial (R$/mês);

C_{mensal} = Consumo médio mensal de água no prédio (m^3/mês);

$P_{economia}$ = Potencial de economia de água potável obtido através do uso de água pluvial (verificado no programa Netuno) (%);

V_{CASAN} = Valor cobrado pela CASAN pela água potável consumida (R$/$m^3$).

A próxima etapa da análise de viabilidade econômica para a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial foi a verificação do período de retorno do investimento.

Primeiramente, foi verificada a diferença entre o custo mensal atual de água potável e o custo mensal após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial. Essa diferença representa a economia em reais (R$), relativa ao novo consumo de água, conforme apresentado na Equação 3.17.

$$E = CM_{\text{potável 1}} - (CM_{\text{potável 2}} + CM_{\text{energia elétrica}}) \quad \text{[Eq. 3.17]}$$

Onde:

E = Economia monetária de água potável após o uso de água pluvial (R$/mês);

$CM_{\text{potável 1}}$ = Custo médio mensal de água potável atual antes da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial (média dos meses de março a junho de 2007) (R$/mês);

$CM_{potável\ 2}$ = Custo médio mensal de água potável após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial (R$/mês);

$CM_{energia\ elétrica}$ = Custo mensal da energia elétrica para o funcionamento do sistema de bombeamento de água pluvial (R$).

O período de retorno do investimento foi verificado pelo método do payback descontado. O payback descontado consiste na atualização por meio de uma taxa de desconto que leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, dos vários fluxos de caixa para o momento inicial, e confronta esse resultado líquido com o valor do investimento. Tem como vantagem, a consideração do valor do dinheiro no tempo (ASSAF NETO, 2003).

Através desse método foi calculado o número de meses (ou anos) que será necessário para que os fluxos de caixa futuros acumulados igualem o montante do investimento inicial. Pode-se obter o payback descontado conforme apresentado na Equação 3.18.

$$I_0 \leq \sum_{1}^{n}\left[B_n - C_n \Big/ (1+i)^n \right] \qquad \text{[Eq. 3.18]}$$

Onde:

I_0 = Investimento inicial;

B = Benefícios;

C = Custos relevantes, excluindo os custos iniciais;

i = Taxa mínima de atratividade (TMA);

n = Variável tempo, indica o número de períodos medido em meses.

A TMA adotada neste estudo foi de 1% ao mês, cujo valor atualmente é utilizado em alguns fundos de renda fixa. A vida útil do sistema foi considerada para um período de 10 anos.

4 RESULTADOS

4.1 Considerações Iniciais

Os resultados do estudo de viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, no SENAI/Florianópolis estão apresentados neste capítulo.

Para este estudo, fez-se uma verificação do potencial de economia de água potável que poderia ser gerada. Através de um levantamento de usos finais de água na edificação, pode-se estimar o volume de água necessário para suprir os consumos de água para usos não potáveis (descarga de vaso sanitário e mictório, lavação de automóveis, lavação de calçadas, irrigação de jardins e limpeza geral). Após, dimensionou-se o reservatório de água pluvial, e então é realizada a análise econômica para a determinação da viabilidade de implantação do sistema.

Este capítulo segue essencialmente a mesma seqüência de itens apresentados na metodologia, facilitando o entendimento do presente estudo.

4.2 Levantamento de Dados

Foram realizados diversos levantamentos de dados, entrevistas com funcionários, professores e alunos, contas de consumo de água, monitoramento de hidrômetro, medições de vazões, precipitações pluviométricas e verificação de áreas de captação.

Os dados de precipitações pluviométricas de Florianópolis e áreas de captação serão apresentados no item 4.4.

Os levantamentos foram realizados no período de janeiro a junho de 2007. A seguir serão apresentados os resultados obtidos na coleta de dados.

4.2.1 Consumo de Água Potável

Conforme explicado no capítulo anterior, os dados de consumo de água são necessários neste estudo para que seja feita uma comparação entre o consumo diário estimado com o consumo diário real.

4.2.1.1 Consumo de Água medido pela CASAN

Primeiramente foram coletados os consumos mensais de água medidos nas faturas da CASAN de dois anos anteriores (2005 e de 2006).

Os consumos dos meses de janeiro a junho de 2007 também foram obtidos. Estes valores são necessários por serem mais atuais e próximos do período de levantamento, permitindo uma melhor comparação do consumo medido com o estimado.

A Figura 9 apresenta os consumos e custos das faturas de água para o período de 2005 a junho do ano 2007. Os resumos das faturas para esse período estão apresentados no Apêndice 2.

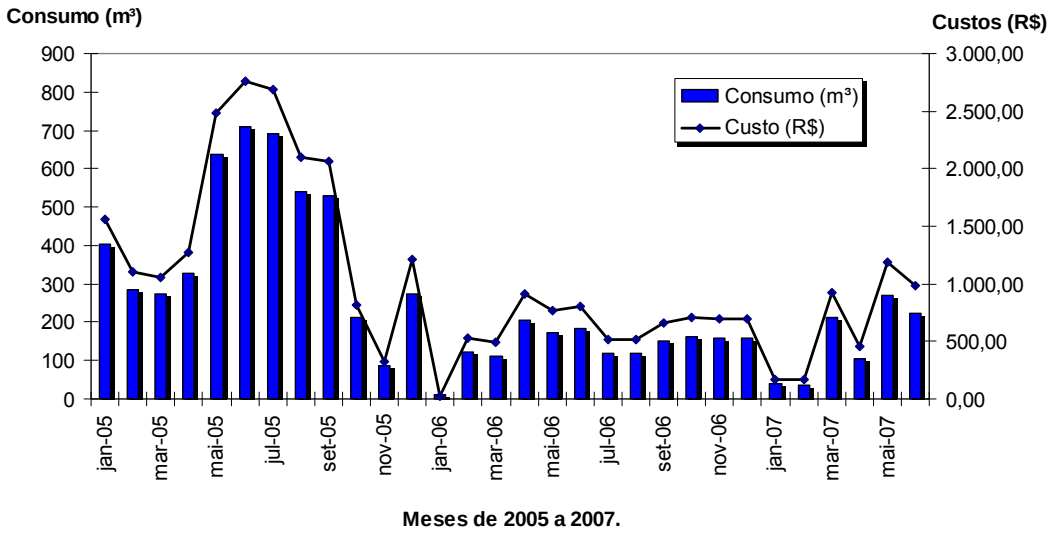


Figura 9 – Consumos e custos das faturas de água de 2005 a 2007.

Analisando a Figura 9, verifica-se que a média de consumo de água no ano de 2005, calculada em 415 m³, é muito alta comparada com as médias de consumo de 2006 e 2007, equivalentes a 140 m³ e 147m³, respectivamente.

Diante disso, buscou-se descobrir o motivo de o consumo de água em 2005 ser tão elevado em comparação com os consumos em 2006 e 2007. As informações obtidas juntamente ao SENAI/Florianópolis mostraram que no ano de 2005 a edificação passou por algumas reformas. Houve também rompimento de algumas tubulações naquele ano. Além disso, o número de alunos no ano de 2005 até mesmo era inferior ao número de alunos de 2006.

De fato, no ano de 2005 houve um exagero em termos de desperdício com reformas e tubulações rompidas. Assim, atribui-se esse elevado consumo de água, a possíveis vazamentos nas tubulações, que provavelmente foram consertados por volta de outubro de 2005, mês no qual o consumo mensal de água sofre uma brusca redução, e aproxima-se da média de 2006.

Devido a essas discrepâncias entre os consumos de água, foram verificadas as médias de consumo dos meses letivos (março a dezembro) apenas para o ano 2006 e 2007. Esses valores, juntamente com o custo médio, encontram-se a seguir na Tabela 24.

Tabela 24 – Consumos e custos médios mensais de água para os meses letivos do ano 2006 e 2007.

Meses Letivos	Consumo Médio (m³)	Custo Médio (R$)
Ano 2006 (mar - dez)	154,30	676,25
Ano 2007 (mar - jun)	201,25	887,20

Utilizou-se neste estudo para a comparação do consumo real com o consumo estimado, o valor da média de consumo de água apenas dos meses letivos de 2007, por serem os meses mais atuais e por englobar o período que foram realizadas as entrevistas e o monitoramento do hidrômetro. Outro fator importante, é que a população do prédio utilizada para estimativa de consumo de água neste estudo é referente ao ano de 2007, cuja população é maior que a do ano 2006, visto que o número de alunos matriculados em cursos regulares em 2006, eram cerca de 252 alunos, enquanto que o total de alunos matriculados em 2007, totaliza 375 alunos.

De posse da média de consumo de água mensal dos meses letivos do ano 2007, calculou-se o consumo médio diário, dividindo este consumo médio mensal por 23 dias úteis. Assim, o valor de consumo médio diário e consumo *per capita*, com base nos consumos medidos pela CASAN, foram de 8.750 litros/dia e 15,5 litros/pessoa, respectivamente.

4.2.1.2 Leituras no Hidrômetro

O monitoramento do consumo diário de água foi feito através de leituras diárias no hidrômetro do SENAI/Florianópolis. As leituras foram realizadas durante o período de 10 a 17 de abril de 2007.

A Tabela 25 apresenta os valores lidos no hidrômetro, os consumos diários calculados, e também apresenta o consumo médio diário para dias úteis. Considerou também o sábado como dia útil, pois houve aula de pós-graduação no sábado da semana do monitoramento.

Tabela 25 - Valores lidos no hidrômetro e consumos diários calculados.

Data da leitura	Dia da semana	Horário	Leitura [m³]	Consumo Diário [m³]
10/4/2007	2ª feira	18h	2342	---
11/4/2007	3ª feira	17h	2350	8
12/4/2007	4ª feira	13h	2354	4
13/4/2007	5ª feira	17h	2362	8
14/4/2007	6ª feira	13h	2367	5
15/4/2007	Sábado	18h	2370	3
16/4/2007	Domingo	17h	2370	0
17/4/2007	2ª feira	20h	2375	5
Consumo médio diário (2ª feira a sábado)				***5,50***

O valor obtido para o consumo médio diário de dias úteis (2ª feira a sábado) foi de 5.500 litros/dia. Porém, vale ressaltar que o período de monitoramento do hidrômetro foi de apenas uma semana, o qual mostrou-se insuficiente para caracterizar o consumo médio diário real de água e compará-lo com o consumo médio diário de 8.750 litros/dia verificado para os meses letivos de 2007, obtido das faturas da CASAN.

Porém, o consumo médio diário medido no hidrômetro, de 5.500 litros/dia, apresenta-se próximo do consumo médio diário obtido da fatura do mês de abril, cujo valor foi de 4.480 litros/dia (considerando 23 dias úteis).

Além disso, o mês de abril/2007, no qual foram realizadas as leituras no hidrômetro, apresentou um baixo consumo de água comparado com os outros meses letivos de 2007.

4.3 Usos Finais de Água

Foi realizado levantamento dos tipos de aparelhos sanitários existentes, bem como suas características. Também se verificou a vazão de cada aparelho. Foram realizadas entrevistas com os usuários, verificando a freqüência e o tempo com que os aparelhos sanitários são utilizados. Todos esses dados coletados são necessários para estimativa dos usos finais de água.

4.3.1 Aparelhos sanitários Existentes

Os tipos de aparelhos sanitários existentes e a localização dos mesmos foram verificados através de visitas *in loco*. Também verificou-se todas as atividades que consumem água realizadas no prédio, e os respectivos aparelhos sanitários utilizados nessas atividades.

Desta forma, constatou-se que as torneiras de todos os banheiros femininos e masculinos do prédio são de acionamento automático. Todos os vasos sanitários possuem válvula de descarga, com exceção do banheiro das funcionárias da cozinha (restaurante) que possui caixa de descarga de 6 litros. Nos banheiros masculinos existem mictórios, que possuem válvula de descarga de acionamento no pé.

Em um dos banheiros masculinos existe um chuveiro que raramente é utilizado, apresenta-se em mau estado de conservação e possui uma vazão muito baixa. O mesmo acontece com o chuveiro do banheiro da cozinha.

Existem tanques nos banheiros femininos e masculinos, e também na cozinha. As torneiras dos tanques são utilizadas pelas funcionárias de serviços gerais (serventes), para a limpeza do prédio. Além disso, existem tanques em alguns laboratórios, como o caso do Laboratório de Automação Industrial, onde são lavadas algumas peças, e também as mãos dos funcionários, quando necessário.

A torneira de pia da cozinha do restaurante é utilizada para lavação e cocção de alimentos, e também lavagem de louças. Constatou-se que a cozinha não possui máquina de lavar-louças.

Existem dois bebedouros elétricos, um no pavimento térreo e outro no pavimento superior. Os bebedouros são utilizados principalmente pelos alunos, pois é disponibilizada, nas salas dos funcionários e também no hall de entrada, água mineral.

As torneiras externas são utilizadas através de uma mangueira, para lavação de calçadas e pátios, lavação dos automóveis do SENAI, e irrigação de plantas, jardins e gramado.

As fotos de alguns aparelhos sanitários existentes no prédio do SENAI/Florianópolis e também de alguns locais onde ocorrem atividades que utilizam água, estão apresentadas nas Figuras 10 a 16.

Figura 10 - Mictórios

Figura 11 – Vaso sanitário.

Figura 12 - Lavatórios de banheiros.

Figura 13 – Bebedouro elétrico.

Figura 14 – Irrigação de jardins.

Figura 15 - Pátio interno.

Figura 16 – Alguns automóveis do SENAI que são lavados.

4.3.2 Vazões

Para estimar a vazão de cada aparelho sanitário, utilizou-se um recipiente com volume conhecido. Com auxílio de um cronômetro digital foi medido o tempo necessário para o enchimento do recipiente com água.

Esse processo foi feito para todos os aparelhos com características diferentes. Para determinar uma única vazão para torneiras, bebedouros e chuveiros, fez-se uma média das vazões encontradas para cada aparelho. Para minimizar os erros, procurou-se abrir os aparelhos com a mesma abertura ou mesma pressão.

Não foram realizadas medições de vazões nos vasos sanitários e mictórios que possuem válvula de descarga, devido à falta de equipamentos apropriados. Foram adotados

valores de vazão indicados pela norma NBR 5626, e também pelos fabricantes. Para a descarga dos vasos sanitários o valor da vazão adotado foi de 1,7 litros/s, e para os mictórios o valor foi de 0,15 litros/s (ABNT, 1998).

Os valores das medições de vazões dos aparelhos sanitários existentes encontram-se na Tabela 26.

Tabela 26 - Vazão dos aparelhos sanitários existentes.

Aparelho Sanitário	Local	Vazão (litros/s)
Torneiras Lavatórios	Banheiros Femininos	0,09
Torneiras Lavatórios	Banheiros Masculinos	0,09
Torneira Tanque	Banheiros	0,14
Torneira Tanque	Cozinha	0,15
Torneira Tanque	Laboratórios	0,15
Torneira Pia	Cozinha	0,17
Torneira Lavatório	Banheiro Cozinha	0,13
Chuveiro	Banheiro Cozinha	0,02
Chuveiro	Banheiro Masculino	0,02
Bebedouros Elétricos	Pátios Internos	0,01
Vasos Sanitários (válvula de descarga)	Todos Banheiros	1,70
Mictórios (válvula de descarga)	Todos Banheiros	0,15
Mangueira	Área Externa	0,12

Verificou-se que as vazões dos chuveiros existentes no prédio são muito baixas. Conforme já foi comentado no item anterior (4.3.1), isso ocorre provavelmente porque os mesmos encontram-se em mau estado de conservação.

Também, constatou-se que a vazão medida nos bebedouros mostrou-se extremamente baixa, talvez isso ocorre em função de alguma regulagem do aparelho, ou mesmo algum defeito.

4.3.3 Entrevistas com os Usuários

Como já explicado no item 3.5.3, as entrevistas foram realizadas através de questionários aplicados aos funcionários, professores e alunos, a fim de descobrir a freqüência e o tempo de uso de água em cada aparelho sanitário existente no prédio.

Foi fornecido pelo setor de recursos humanos do SENAI/Florianópolis o número de funcionários e professores que trabalham no prédio, e pela secretaria escolar, o número de alunos matriculados em cursos presenciais (não inclui alunos de ensino à distância).

De posse desses dados, foi possível verificar separadamente a população total feminina e masculina. Estas informações são importantes para a estimativa dos usos finais de

água, pois alguns aparelhos são utilizados apenas pela população masculina, o que ocorre com os mictórios, por exemplo.

4.3.3.1 Amostras de Entrevistados

Diante de uma população total de 565 pessoas que ocupa o SENAI/Florianópolis, optou-se por realizar uma pesquisa por amostragem, pois seria inviável entrevistar toda a população. Desta forma, foi calculada uma amostra que seria representativa para cada categoria de usuários (alunos, professores e funcionários), levando em consideração um erro amostral de 10%.

Com base nos dados de população obtidos, e aplicação da Equação 3.1, obteve-se o tamanho desejado de amostra de cada categoria a ser entrevistada, totalizando 227 pessoas.

Devido algumas dificuldades já citadas no item 3.5.3, efetivamente foi entrevistado um número menor para a maioria das amostras, exceto a amostra de alunos que acabou sendo maior que a calculada. Deste modo, entrevistou-se 36% da população total do prédio, percentual que corresponde a 202 pessoas.

A Tabela 27 permite visualizar os dados referentes à população que ocupa o prédio, por categorias de usuários, e por sexo, apresentando também as amostras de entrevistas desejadas e as amostras efetivamente obtidas. Além disso, a Tabela 27 apresenta os percentuais desses dados em relação ao seu respectivo total.

Tabela 27– Número total de usuários por categorias e por sexo e amostras de entrevistas desejadas e obtidas.

Categorias de usuários	População			Amostra Desejada			Amostra Obtida		
	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total
Alunos	337	38	375	77	28	105	90	19	109
Percentual Alunos	*90%*	*10%*	*100%*	*73%*	*27%*	*100%*	*83%*	*17%*	*100%*
Funcionários	47	77	124	32	44	76	28	38	66
Percentual Funcionários	*38%*	*62%*	*100%*	*42%*	*58%*	*100%*	*42%*	*58%*	*100%*
Professores	52	14	66	34	12	46	17	10	27
Percentual Professores	*79%*	*21%*	*100%*	*74%*	*26%*	*100%*	*63%*	*37%*	*100%*
Total	*436*	*129*	*565*	*143*	*84*	*227*	*135*	*67*	*202*
Percentual do total	*77%*	*23%*	*100%*	*63%*	*37%*	*100%*	*67%*	*33%*	*100%*

H=homens e M=mulheres

Desejava-se utilizar um erro amostral de 10% para todas as amostras, mas em função das amostras obtidas, exceto para a amostra de alunos, utilizou-se erros maiores, conforme apresentados na Tabela 28.

Tabela 28 – Erro amostral utilizado em cada categoria de usuários.

Categorias de usuários	Erro Amostral Utilizado (%)	
	Homens	Mulheres
Alunos	9%	16%
Funcionários	12%	12%
Professores	20%	18%

4.3.4 Estimativa do Consumo de Água

4.3.4.1 Médias de Consumo de Água por Categorias

Para verificar qual seria o consumo diário de água *per capita* para alunos, professores e funcionários do sexo feminino e masculino separadamente, foi feita uma média diária de freqüência, de tempo de uso e de consumo de água para cada aparelho de uso individual por categoria de usuários.

Nas entrevistas verificou-se que os usuários encontraram dificuldades em informar o tempo que pressionavam a válvula de descarga de vasos sanitários e mictórios, e também tempo de utilização dos demais aparelhos. Além disso, como as respostas dos questionários eram abertas (não qualitativas), houve grande variabilidade de resultados, o que ocasionou valores altos de desvio padrão.

A fim de não ocasionar erros elevados devido a estimativas não condizentes com a realidade, foram reduzidos alguns valores exagerados após uma análise visual.

Após isso, foi verificada a média diária e o desvio padrão da freqüência, do tempo de utilização e do consumo de água *per capita* por aparelhos, para cada categoria de usuários, conforme apresentam as Tabelas 29 a 31

Vale lembrar que a média de consumo diário de água *per capita* foi calculada em planilhas seguindo a metodologia apresentada no item 3.5.4.1. Para melhor visualização, o Apêndice 3 apresenta as planilhas referente a utilização dos aparelhos, para cada categoria de usuário separadamente, mostrando as médias diárias e desvio padrão da freqüência, do tempo de uso dos aparelhos e do consumo de água.

Tabela 29 – Médias diárias de freqüência, de tempo de uso e de consumo de água *per capita* por aparelhos sanitários para alunos e alunas.

	Freqüência (vezes/dia)				Tempo (segundos/vez)				Consumo (litros/dia/pessoa)			
Usuários	**Alunos**		**Alunas**		**Alunos**		**Alunas**		**Alunos**		**Alunas**	
Aparelho	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*
Torneira	2,53	*1,34*	3,05	*0,91*	9,48	*4,55*	8,26	*2,54*	2,10	*1,51*	2,15	*0,84*
Bebedouro	2,72	*1,00*	2,26	*2,05*	7,73	*4,63*	6,95	*5,88*	0,33	*0,25*	0,36	*0,45*
Vaso San.	0,40	*0,55*	2,37	*0,83*	3,54	*4,86*	7,21	*3,01*	6,09	*8,61*	28,01	*12,34*
Mictório	1,58	*1,13*	-	-	7,52	*6,01*	-	-	1,88	*1,73*	-	-
Consumo Médio Diário Total									**10,40**		**30,51**	

Tabela 30 – Médias diárias de freqüência, de tempo de uso e de consumo de água *per capita* por aparelhos sanitários para funcionários e funcionárias.

	Freqüência (vezes/dia)				Tempo (segundos/vez)				Consumo (litros/dia/pessoa)			
Usuários	**Funcionários**		**Funcionárias**		**Funcionários**		**Funcionárias**		**Funcionários**		**Funcionárias**	
Aparelho	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*
Torneira	3,75	*1,48*	4,24	*1,92*	8,50	*4,76*	14,61	*8,71*	2,79	*2,17*	5,42	*4,30*
Bebedouro	0,32	*0,77*	0,24	*0,54*	1,21	*2,78*	1,05	*2,39*	0,03	*0,09*	0,02	*0,05*
Vaso San.	0,54	*0,69*	3,21	*0,96*	4,14	*4,67*	8,53	*3,24*	7,89	*9,59*	45,14	*18,68*
Mictório	2,71	*1,08*	-	-	7,75	*4,58*	-	-	3,24	*2,17*	-	-
Tanque (Lab.)	0,33	*0,82*	-	-	24,29	*113,09*	-	-	1,47	*3,62*	-	-
Consumo Médio Diário Total									**15,43**		**50,57**	

Tabela 31 – Médias diárias de freqüência, de tempo de uso e de consumo de água *per capita* por aparelhos sanitários para professores e professoras.

	Freqüência (vezes/dia)				Tempo (segundos/vez)				Consumo (litros/dia/pessoa)			
Usuários	**Professores**		**Professoras**		**Professores**		**Professoras**		**Professores**		**Professoras**	
Aparelho	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*	Média	*Desvio Padrão*
Torneira	3,47	*2,00*	3,00	*0,67*	10,24	*7,21*	9,60	*5,15*	2,93	*2,48*	2,37	*1,28*
Bebedouro	0,35	*0,79*	0,10	*0,32*	2,35	*4,72*	1,50	*4,74*	0,06	*0,14*	0,02	*0,07*
Vaso San.	0,47	*0,51*	2,60	*0,70*	3,76	*4,74*	6,80	*2,15*	6,40	*8,05*	29,24	*11,44*
Mictório	2,18	*1,59*	-	-	6,06	*3,65*	-	-	2,43	*2,11*	-	-
Consumo Médio Diário Total									**11,81**		**31,63**	

Analisando as Tabela 29 a 31, verificou-se que o consumo de água é mais elevado para os usuários do sexo feminino, principalmente em função de maior freqüência de uso do vaso sanitário. Vale lembrar que, as médias foram realizadas contabilizando os valores zero, ou seja, incluindo as pessoas que não utilizam o aparelho.

Fazendo uma média geral de freqüência e tempo de uso, e consumo de água em aparelhos de uso individual, considerando todos os 202 entrevistados, abrangendo todas as categorias, independente de sexo, obteve-se os valores que estão apresentados na Tabela 32.

Tabela 32 – Freqüência, tempo e consumo médio de água *per capita* para aparelhos de uso individual.

	Freqüência (vezes/dia)		Tempo (segundos/vez)		Consumo (litros/dia/pessoa)	
Aparelho	**Média**	***Desvio Padrão***	**Média**	***Desvio Padrão***	**Média**	***Desvio Padrão***
Torneira de lavatório	3,17	*3,00*	10,24	*6,10*	2,91	*2,69*
Bebedouro	1,55	*1,88*	4,71	*5,23*	0,19	*0,27*
Vaso Sanitário	1,25	*1,36*	5,09	*4,72*	16,92	*19,42*
Mictório	1,89	*1,27*	7,38	*5,48*	2,23	*1,94*
Tanque (Laboratório)	0,36	*1,00*	16,67	*89,42*	1,69	*4,66*
Consumo Médio Diário Total					***23,95***	

Os valores da tabela acima serão utilizados para a estimativa do consumo total em cada aparelho sanitário, em função da população usuária dos mesmos, assunto que será abordado a seguir no item 4.3.4.2.

Já os valores estimados de consumo de água para as atividades de limpeza, jardinagem, banhos, restaurante e lavação de carros, serão apresentados no item 4.3.4.3.

4.3.4.2 Estimativa do Consumo de Água em Aparelhos de Uso Individual

Os valores estimados de consumo total diário de água por aparelhos sanitários de uso individual, determinados através da aplicação das equações apresentadas no item 3.5.4.1, com base no número de pessoas que utilizam os aparelhos, estão apresentados na Tabela 33.

Tabela 33 – Valores estimados de consumo diário total de água por aparelho de uso individual.

Consumo diário total por aparelho e usuários (Litros/dia)										
Categorias de Usuários	**Alunos**			**Funcionários**			**Professores**			**Todas Categorias**
Aparelhos	**H**	**M**	**Total**	**H**	**M**	**Total**	**H**	**M**	**Total**	**Total (L/dia)**
Torneira lavatório	980,9	110,6	1091,5	136,8	224,1	360,9	151,3	40,7	192,1	1644,47
Bebedouro	65,1	7,3	72,4	9,1	14,9	23,9	10,0	2,7	12,7	109,08
Vaso Sanitário	1928,3	648,5	2576,8	716,7	1314,0	2030,7	392,5	238,9	631,4	5238,85
Mictório	752,3	---	752,3	104,9	---	104,9	116,1	---	116,1	973,28
Tanque (Lab.)	---	---	---	79,9	---	79,9	---	---	---	79,94
Total	**3726,5**	**766,4**	**4492,9**	**862,6**	**1553,0**	**2600,4**	**553,9**	**282,4**	**952,3**	**8045,62**
Percentual	***82,9%***	***17,1%***	***100%***	***33,2%***	***59,7%***	***100%***	***58,2%***	***29,6%***	***100%***	

H=homens e M=mulheres

Verifica-se na tabela acima, que o vaso sanitário é responsável pela maior parcela de consumo de água potável. Isso provavelmente se deve a alguns valores elevados de tempo de acionamento da descarga informados nas entrevistas, e também ao valor da vazão que não foi medido por falta de equipamentos, e sim adotado segundo a norma.

Para o cálculo do consumo de água nos vasos sanitários, considerou-se como usuários toda a população feminina, totalizada em 129 pessoas, mais o percentual de 41% da população total masculina que utilizada os vasos sanitários, verificado através das entrevistas. Este percentual de 41% corresponde a 178 homens. Assim, o total verificado de usuários dos vasos sanitários foi de 307 pessoas.

O consumo diário de água em torneiras de lavatórios apresentou um valor expressivo. Na realidade, isso já era esperado, pois vários funcionários almoçam no restaurante do próprio SENAI, e após as refeições utilizam as torneiras para a higiene bucal, atividade que consome bastante água.

Quanto aos mictórios, esperava-se um consumo de água mais alto em função de 77% da população total ser composta por pessoas do sexo masculino. Porém, desse percentual, 60% são alunos, e 9% são professores, os quais em geral permanecem no prédio apenas durante os horários de aula.

Os bebedouros consomem um volume relativamente baixo de água, pois apresentam uma vazão muito baixa e são utilizados praticamente apenas pelos alunos, uma vez que é disponibilizada água mineral (não faz parte do consumo de água medido pela CASAN) nas salas dos funcionários e professores e também no hall de entrada.

As torneiras de tanque de laboratórios apresentam o menor consumo em relação aos outros aparelhos, pois são utilizadas por um número reduzido de pessoas. Um detalhe

importante, é que a água utilizada nos tanques de laboratórios não será considerada neste estudo como utilizada para fins não potáveis, pelo fato de ser muito utilizada para lavação de mãos.

4.3.4.3 Estimativa do Consumo de Água em Atividades de Uso Coletivo

A estimativa dos consumos de água referentes à limpeza geral, lavação de carros, cozinha do restaurante/lanchonete, irrigação de jardins entre outras atividades de uso coletivo foram calculadas com base em entrevistas com todos os responsáveis por tais atividades. Desta forma, o consumo estimado nessas atividades não será multiplicado pelo número de usuários, pois já se trata do consumo total de cada respectiva atividade.

Para a estimativa do consumo de água para os usos coletivos, os funcionários responsáveis responderam um questionário, informando a utilização da água para a atividade que exerciam.

Para a limpeza geral do prédio, foram entrevistadas as serventes, onde foram coletadas informações a respeito da freqüência de limpeza, número de vezes e tempo que utilizam a torneira do tanque e número de baldes de água usados. Verificou-se que as cozinheiras também utilizam água da torneira de tanque para a limpeza dos ambientes da cozinha e do restaurante, lembrando que a vazão medida na torneira do tanque da cozinha é diferente da vazão dos tanques localizados nos banheiros, utilizados pelas serventes.

Os valores estimados de consumo para a limpeza (torneiras de tanques) encontram-se na Tabela 34.

Tabela 34 - Consumo diário de água em limpeza (torneiras de tanques).

Funcionárias	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
Servente Limpeza 01	15	60	0,14	126,00
Servente Limpeza 02	20	60	0,14	168,00
Cozinheira 01	3	120	0,15	54,00
Cozinheira 02	3	120	0,15	54,00
Cozinheira 03	2	60	0,15	18,00
Consumo Total Torneiras de Tanques				**420,00**

A irrigação de jardins ocorre em média uma vez por semana, sendo realizada por um jardineiro, o qual informou que costuma utilizar mangueira e regadores para regar as plantas, e esporadicamente, dependendo das condições do tempo (chuvas), utiliza um aspersor para molhar o gramado.

Para a lavação de carros foi informada a quantidade de carros lavados por dia, tempo de uso da água em cada carro, entre outros. O funcionário responsável por esse serviço é um dos vigias, que realiza lavação de em média seis carros do SENAI todos os sábados, em geral quatro vezes por mês.

Além disso, as serventes utilizam uma mangueira para lavar as calçadas e pátios do SENAI, que segundo foi informado, essa lavação ocorre em geral uma vez por mês.

A Tabela 35 apresenta as informações referentes ao consumo diário de água em irrigação de jardins, lavação de carros e lavação de calçadas e pátios.

Tabela 35 – Consumo diário de água em irrigação de jardins, lavação de carros e lavação de calçadas (mangueira).

Atividade	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
Irrigação Jardins	0,14	2400	0,12	41,14
Lavação Carros	0,13	10800	0,12	172,80
Lavação Calçadas	0,03	3600	0,12	14,40
Consumo Total Mangueira				**228,34**

Outra atividade verificada que utiliza água de torneiras de tanque ou mangueira, foi a limpeza de vidros. Segundo foi informado, essa atividade ocorre apenas uma vez por ano, onde são utilizados em média 150 litros de água. Para distribuir esse consumo anual de água em consumo diário, dividiu-se o volume indicado anteriormente, pelo número de dias úteis do ano, que corresponde a 276 dias. Assim, obteve-se o valor de 0,54 litros/dia de água relativos à limpeza de vidros. A Tabela 36 apresenta estes valores para melhor visualização.

Tabela 36 - Consumo de água em limpeza de vidros.

Consumo (L/dia)	Consumo (L/ano)
0,54	150

O consumo de água na cozinha do restaurante e lanchonete do SENAI foi estimado com base nas entrevistas realizadas com as três cozinheiras que trabalham no local. As atividades que consomem água da torneira de pia da cozinha foram resumidas em lavação de alimentos, preparo de alimentos, lavação de louças e preparo de sucos.

Para o preparo de alimentos as cozinheiras relataram que utilizam cerca de seis vezes uma panela de aproximadamente 15 litros para ferver a água. Dentro do preparo de alimentos também está incluída água utilizada para fazer café.

Os valores de consumo diário total de água da torneira de pia da cozinha, referentes à soma de todas as respostas das cozinheiras, estão apresentados nas Tabela 37 e 38.

Tabela 37- Consumo diário de água nas atividades da cozinha do restaurante e lanchonete (torneira da pia de cozinha).

Atividade	Funcionárias	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
Lavação alimentos	Cozinheira 01	1	900	0,17	153,00
	Cozinheira 02	1	900	0,17	153,00
	Cozinheira 03	1	1800	0,17	306,00
Consumo Total Lavação de Alimentos					**612,00**
Preparo de alimentos	Cozinheira 01	0	0	0,17	0
	Cozinheira 02	1	600	0,17	102,00
	Cozinheira 03	0	0	0,17	0
Consumo Total Preparo de Alimentos					**102,00**
Lavação de louças	Cozinheira 01	1	3000	0,17	510,00
	Cozinheira 02	1	600	0,17	102,00
	Cozinheira 03	1	2400	0,17	408,00
Consumo Total Lavação de Louças					**1020,00**

Tabela 38- Resumo do consumo diário de água nas atividades da cozinha do restaurante e lanchonete (torneira da pia de cozinha).

Atividade	Consumo (litros/dia)
Lavação de alimentos	612
Preparo de alimentos	102
Lavação de louças	1020
Preparo de sucos	35
Consumo Total	1769

Da análise da Tabela 37, percebe-se que o consumo de água na cozinha é alto, comparado com o consumo em outras atividades. Porém, existe a influência de respostas imprecisas quanto à freqüência e tempo de utilização da torneira da pia de cozinha, assunto que será verificado na análise de sensibilidade dos aparelhos sanitários, no item 4.3.5.

Para quantificar o consumo de água em banhos, verificou-se quem eram os reais usuários dos chuveiros do prédio, visto que a maioria absoluta dos entrevistados respondeu nos questionários que não utilizava este aparelho. Assim, com base nas respostas dos efetivos usuários e dados de vazão dos chuveiros, obteve-se o consumo de água diário estimado para banhos, conforme apresentado na Tabela 39.

Tabela 39 - Consumo diário de água em banhos (chuveiros).

Usuário	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
Cozinheira 01	1	300	0,02	6,00
Cozinheira 02	1	360	0,02	7,20
Aluno Curso Técnico	1	600	0,02	12,82
Jardineiro	0,03	900	0,02	0,64
Consumo Total Chuveiros				**26,66**

Vale ressaltar que o consumo de água estimado em banhos trata-se do consumo total de chuveiros, e, portanto, não será multiplicado pelo número de usuários.

4.3.4.4 Estimativa do Consumo Total Diário e Mensal de Água

O consumo total de água foi determinado através da soma de todos os consumos específicos dos aparelhos e atividades de uso individual e coletivo, calculados anteriormente no item 4.2.4.4. Desta forma, o consumo total diário de água estimado para o SENAI/Florianópolis foi de 10.490 litros/dia.

Para determinar o consumo de água mensal, adotou-se uma média de 23 dias úteis por mês. Assim, todos os consumos diários foram multiplicados por 23 dias, lembrando que as atividades semanais, mensais ou anuais tiveram a freqüência fracionada para o cálculo do consumo diário. O valor de consumo total de água mensal estimado obtido foi de 241.274 litros/mês. A Tabela 41 apresenta um resumo da estimativa do consumo total de água diário e total mensal dos aparelhos sanitários e demais atividades.

Tabela 40- Consumo total diário e total mensal de água por aparelhos e atividades.

Aparelho ou Atividade	Consumo (L/dia)	Consumo (L/mês)
Torneira de lavatório	1644,47	37822,80
Bebedouro	109,08	2508,84
Vaso Sanitário	5238,85	120493,50
Mictório	973,28	22385,49
Tanque (Laboratórios)	79,94	1838,60
Irrigação de Jardins	41,14	946,29
Lavação de Carros	172,80	3974,40
Lavação de Calçadas	14,40	331,20
Limpeza de Vidros	0,54	12,50
Limpeza	420,00	9660,00
Torneira de pia de cozinha	1769,00	40687,00
Chuveiro	26,66	613,26
Total	**10490**	**241274**

Depois de estimado o consumo total diário, verificou-se o percentual de consumo de cada aparelho e de cada atividade em relação ao total. A Figura 17 apresenta os usos finais de água estimados.

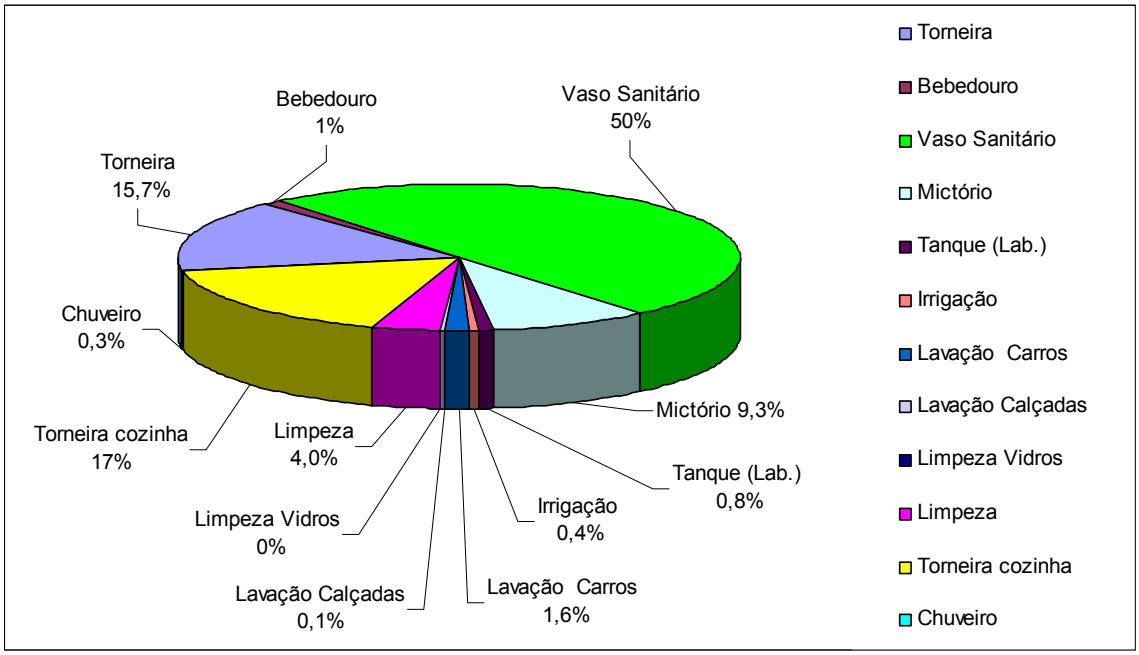


Figura 17 – Usos finais de água estimados.

O consumo estimado foi comparado ao consumo medido pela CASAN, conforme apresentado na Tabela 41 que mostra um comparativo entre os valores de consumo estimados e os valores reais fornecidos da CASAN, bem como a diferença entre os mesmos.

Tabela 41- Consumo total diário e total mensal de água estimado e real.

Consumo	Consumo diário (L/dia)	Consumo mensal (L/mês)
Estimado	10490	241274
Real	8750	201250
Diferença (litros)	*1740*	*40024*
Diferença	*19,9%*	

De posse dos valores de consumo total diário e mensal real e estimado, determinou-se a diferença entre ambos, ou seja, o erro em porcentagem.

A diferença obtida entre o consumo diário estimado, que totaliza 10.490 litros/dia e o consumo real de 8.750 litros/dia medido pela CASAN, foi de 19,9% (corresponde a 1.740 litros/dia). Essa diferença pode ser considerada alta, porém existe grande probabilidade de erros devido às respostas duvidosas obtidas nas entrevistas. Assim, será feita uma correção dos usos finais, onde a diferença encontrada entre o consumo estimado e o consumo fornecido pela CASAN será atribuída aos aparelhos de maior sensibilidade, que serão verificados no item 4.3.5.

Comparando o consumo diário obtido através das leituras diárias do hidrômetro, correspondente a 5.500 litros/dia, verificou-se que este valor está bem abaixo da média de consumo medido pela CASAN para os meses letivos de 2007, de 8.750 litros/dia. Conforme já

explicado no item 4.2.3.2, o período que foi realizado o monitoramento do hidrômetro foi insuficiente para caracterizar o consumo diário de água.

4.3.5 Análise de Sensibilidade

Através da análise de sensibilidade foi possível confirmar que as respostas imprecisas dos usuários durante as entrevistas podem acarretar erros na estimativa dos consumos, gerando grande diferença no consumo real de água. Essa análise foi aplicada para os aparelhos que possuíam os maiores consumos de água, e também para o menor consumo, verificando-se a influência de cada aparelho sobre o consumo final.

Para as torneiras de lavatórios, bebedouros, torneira da pia da cozinha, vasos sanitários e mictórios, variaram-se as freqüências médias de utilização estimadas através das entrevistas, em percentuais de +10%, +20% e +30% a -10%, -20% e -30%.

À medida que essas variações foram sendo aplicadas, percebeu-se a diferença que ocorria no consumo total de água, determinando, assim, a influência de cada aparelho.

Verificou-se após a análise de sensibilidade, que o aparelho mais sensível é a torneira da cozinha do restaurante. Uma variação de 30% sobre o tempo ou a freqüência de utilização da torneira da cozinha geraria um erro de 27% sobre o consumo total de água. Essa variação é expressiva, confirmando a imprecisão das respostas, que muitas vezes são exageradas.

A Figura 18 apresenta o gráfico que mostra a sensibilidade das torneiras de lavatórios, bebedouros, torneira de pia da cozinha do restaurante, vasos sanitários e mictórios.

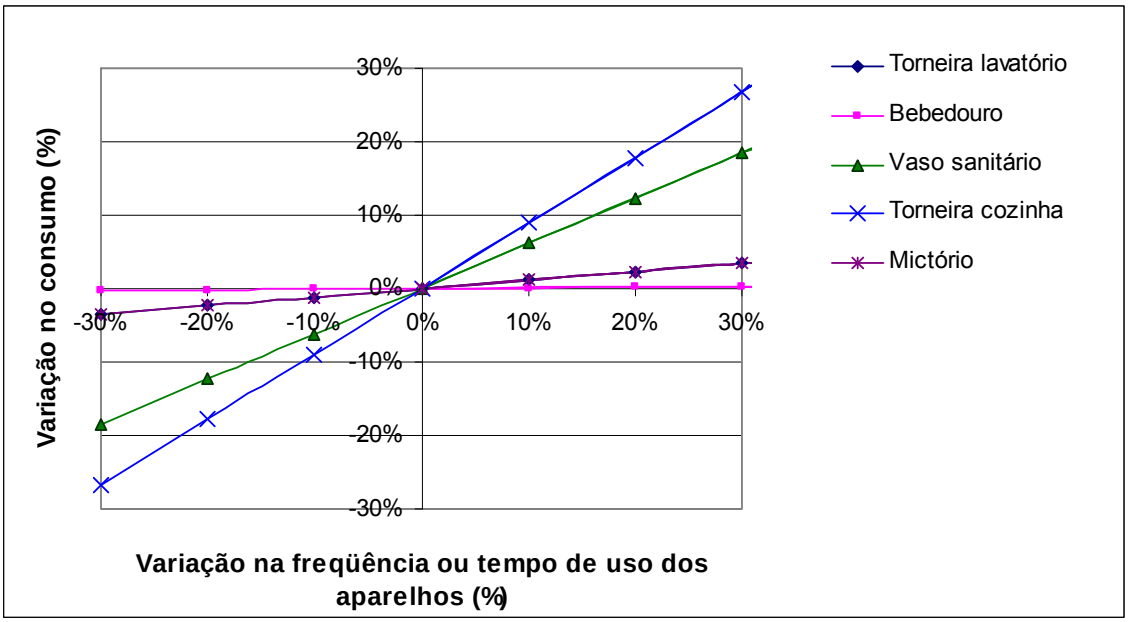


Figura 18 - Sensibilidade na freqüência ou tempo de uso dos aparelhos.

O segundo aparelho mais sensível verificado através da análise, foi o vaso sanitário. Aplicou-se a variação de -30% a +30% sobre o tempo, a freqüência de utilização e a vazão da descarga do vaso sanitário. Para essas três variações realizadas no vaso sanitário, considerando um acréscimo ou diferença de 30% no tempo, freqüência ou vazão ocorre o mesmo erro, de 19%.

Verificou-se também a sensibilidade das torneiras de lavatórios e dos mictórios. Em função da proximidade entre a média de consumo destes dois aparelhos, obtiveram-se valores de erros muito próximos para a mesma variação (-30% a +30%) sobre a freqüência e tempo de uso. Para as torneiras, o erro encontrado para um acréscimo de 30% sobre a freqüência de utilização, foi de 3,48%. Para o mesmo acréscimo, ocorre um erro de 3,47% para os mictórios, tanto para variação de freqüência como de tempo.

Quanto aos bebedouros, verificou-se na estimativa de usos finais que os mesmos apresentaram consumo diário de água baixo, por isso também poderia haver influência das respostas duvidosas, ocasionando erros. Da análise da Figura 18, verifica-se que de fato, variações no tempo de uso dos bebedouros geram erros muito baixos, menores que 1%.

Conforme explicado no item 3.5.5, os ajustes nos usos finais estimados serão feitos atribuindo a diferença entre o consumo real e o estimado proporcionalmente aos consumos estimados dos dois aparelhos de maior sensibilidade (torneira de cozinha e vaso sanitário).

4.3.6 Usos Finais de Água Corrigidos

Depois de realizada a análise de sensibilidade dos aparelhos sanitários e feita a comparação entre o consumo diário estimado e o consumo real, onde se verificou uma diferença de 19,9%, que corresponde a 1.740 litros/dia, foi possível realizar os ajustes nos usos finais de água.

O consumo mensal estimado resultou em 241.274 litros/mês, e o consumo medido pela CASAN foi de 201.250 litros/mês (média para os meses letivos de 2007), o que resulta em um erro de 19,9%. Isso se deve às respostas das entrevistas e vazões imprecisas, já confirmadas pela análise de sensibilidade.

A correção foi realizada atribuindo-se a diferença de 19,9% proporcionalmente ao consumo de água estimado de cada um dos dois aparelhos de maior sensibilidade (vaso sanitário e torneira da pia da cozinha).

Verificou-se que o consumo de água estimado desses dois aparelhos totaliza cerca de 7008 litros/dia, e desse total, 75% do consumo corresponde ao vaso sanitário e 25% a torneira da pia da cozinha do restaurante. De posse desses percentuais, a diferença entre o consumo real e o estimado (1.740 litros/dia) foi multiplicada por 0,25, proporcional ao consumo de água na torneira da pia da cozinha, obtendo-se o volume de 435 litros/dia, o qual foi subtraído do consumo total desse aparelho. Do mesmo modo, a diferença foi multiplicada por 0,75, proporcional ao consumo em vaso sanitário, o que resultou em 1.305 litros/dia, que foi diminuído do seu respectivo consumo.

Os valores de consumo diário e mensal de água corrigidos para cada aparelho sanitário e atividades, estão apresentados na Tabela 42. Além disso, está apresentado na mesma tabela o valor total e o percentual de consumo de água em usos considerados para fins não potáveis.

Tabela 42 – Consumos de água após correção.

Aparelho ou Atividade	Consumo (L/dia)	Consumo (L/mês)
Torneira	1644,47	37822,80
Bebedouro	109,08	2508,84
Vaso Sanitário*	3937,95	90572,90
Mictório*	973,28	22385,49
Tanque (Laboratórios)	79,94	1838,60
Irrigação de Jardins*	41,14	946,29
Lavação de Carros *	172,80	3974,40
Lavação de Calçadas *	14,40	331,20
Limpeza de Vidros*	0,54	12,50
Limpeza*	420,00	9660,00
Torneira de pia de cozinha	1329,73	30583,72
Chuveiro	26,66	613,26
Total	**8750,00**	**201250,00**
***Total não potável**	**5560,12**	**127882,79**
Percentual do total não potável	**63,54%**	

Da análise da Tabela 42, é possível perceber que algumas atividades possuem um consumo de água muito baixo comparado com o consumo total. Por isso, optou-se em agrupar as seguintes as atividades: lavação de calçadas, limpeza de vidros e limpeza; formando uma nova atividade, chamada limpeza do prédio. Para facilitar a visualização, a Figura 19 apresenta os usos finais de água corrigidos. Os consumos considerados não potáveis estão indicados com um asterisco.

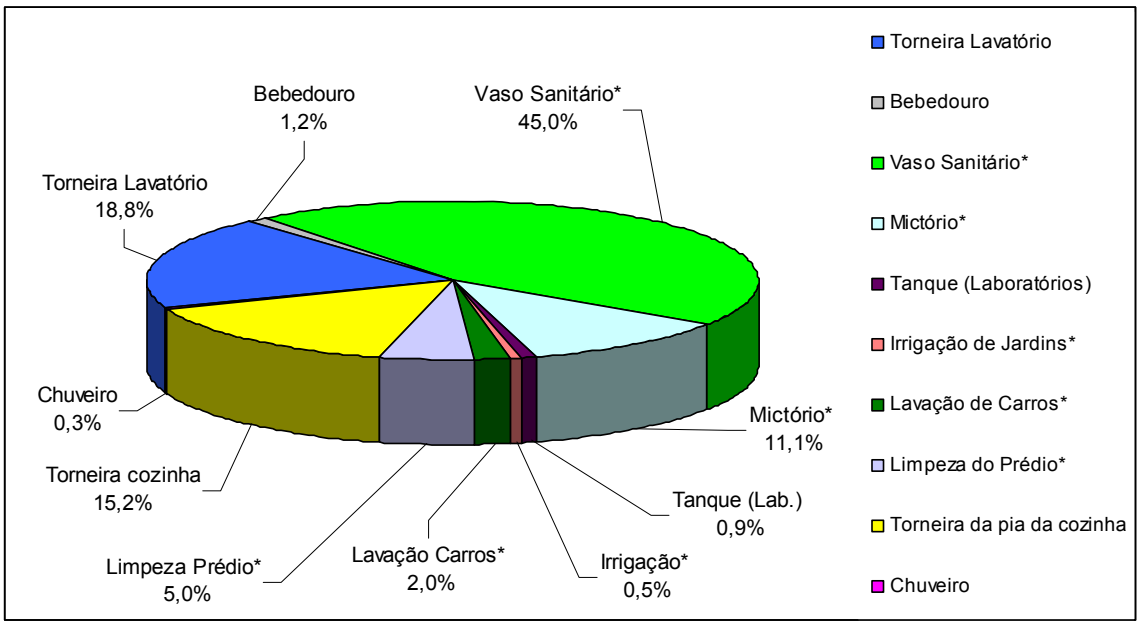


Figura 19 – Usos finais de água corrigidos.

Após a correção dos usos finais, verifica-se que o vaso sanitário continua sendo o aparelho responsável pela maior parcela de consumo de água, equivalente a 45% do total. Porém, agora o segundo maior consumidor de água são as torneiras de lavatórios, responsáveis por 18,8% do total de água.

Por fim, verificou-se o consumo diário *per capita* (por pessoa), dividindo o consumo total diário real da CASAN de 8.750 litros pela população total do prédio (565 pessoas), onde se obteve 15,5 litros/dia/pessoa.

Supondo que o consumo total de água de 8.750 litros/dia fosse atribuído apenas ao número total de alunos (375), o consumo *per capita* seria de 23,3 litros/dia/pessoa. Da mesma forma, para o total de funcionários (124), este valor seria de 70,6 litros/dia/pessoa.

Comparando estes valores de consumo diário por pessoa com valores apresentados na revisão bibliográfica, verifica-se que os mesmos se encontram dentro da faixa de consumo médio de água para escolas e universidades, que varia de 10 a 50 litros/dia por aluno, e 210 litros/dia por empregado. Contudo, o consumo em escolas e universidades pode variar bastante conforme a tipologia da edificação (TOMAZ, 2001b).

O valor de consumo de água *per capita* obtido no presente estudo pode ser considerado baixo, porém uma provável explicação seria a baixa permanência da população no prédio, visto que a maioria dos alunos estuda em cursos noturnos e não permanece fora do horário de aula. Além disso, muitos professores ministram aulas apenas algumas horas por dia ou por semana, também não permanecendo no prédio fora dos períodos de aula. Ainda, alguns funcionários e estagiários, trabalham somente meio período do dia.

Outro detalhe importante que pode influenciar nos hábitos de consumo de água, é que vem sendo aplicado no SENAI/Florianópolis um Programa de Qualidade 5S, onde existem

cartazes nos banheiros incentivando a economia de água, indicando também que não desperdiçar água é uma questão de bom senso.

Assim, a baixa permanência da população (principalmente alunos e professores) no prédio e os hábitos de consumo de água, provavelmente influenciam para que o consumo diário *per capita* seja baixo.

4.4 Avaliação do Potencial de Economia de Água Potável

A avaliação do potencial de economia de água potável obtido através da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no SENAI/Florianópolis foi realizada verificando o percentual de água potável usado em fins não potáveis, ou seja, que poderia ser substituído por água pluvial, e também calculando o volume ideal de reservatório de água pluvial.

4.4.1 Percentual de Água Potável que Poderia Ser Substituído por Água Pluvial

Conforme apresentado no item 3.6.1 da metodologia, o percentual de água potável que poderia ser substituído por água pluvial foi verificado através da soma dos percentuais dos usos finais de água das atividades consideradas para fins não potáveis.

Desta forma, verificou-se que o percentual de água potável que pode ser substituído por água pluvial foi de 63,5%, levando em conta a uso de água pluvial em descargas de vaso sanitário, mictórios, torneiras de tanques usadas para limpeza geral do prédio, irrigação de jardins e lavação de carros.

4.4.2 Áreas de Cobertura

O levantamento das áreas de cobertura de todo o SENAI/Florianópolis foi realizado considerando as áreas de cobertura da edificação no plano inclinado. Desta forma, obteve-se 3.300 m² de área de telhado.

Neste estudo, considerou-se como áreas de captação apenas os telhados, por serem áreas mais limpas. As áreas de pátios, calçadas e estacionamentos, não foram incluídas como áreas de captação, pois a qualidade da água pluvial varia conforme o local em que é coletada. Caso a água pluvial fosse coletada em outros locais além do telhado, necessitaria de tratamento mesmo sendo utilizada para fins não potáveis, em função de conter maior quantidade de poeira, folhas, insetos, além de outros resíduos. O Apêndice 4 apresenta a planta de cobertura da edificação.

4.4.3 Dados Pluviométricos

Os dados de precipitação pluviométrica diária de Florianópolis para o período de 01/01/2000 a 31/12/2006 foram fornecidos pela EPAGRI, os quais foram coletados na Estação Meteorológica de Florianópolis/SC, no bairro Itacorubi.

A precipitação média diária obtida para o período avaliado foi de 4,37 mm/dia, a precipitação média mensal obtida foi de 132,9 mm/mês, e a precipitação média anual foi de 1595 mm/ano. As Figuras 20 e 21 ilustram os valores de precipitação média mensal e precipitação diária, respectivamente.

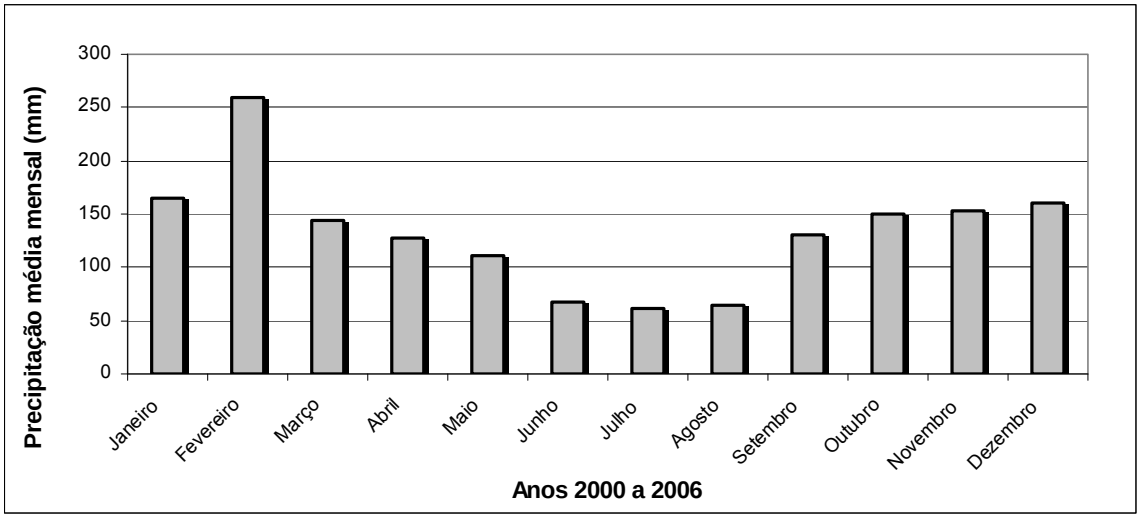


Figura 20 – Precipitação média mensal dos anos 2000 a 2006.

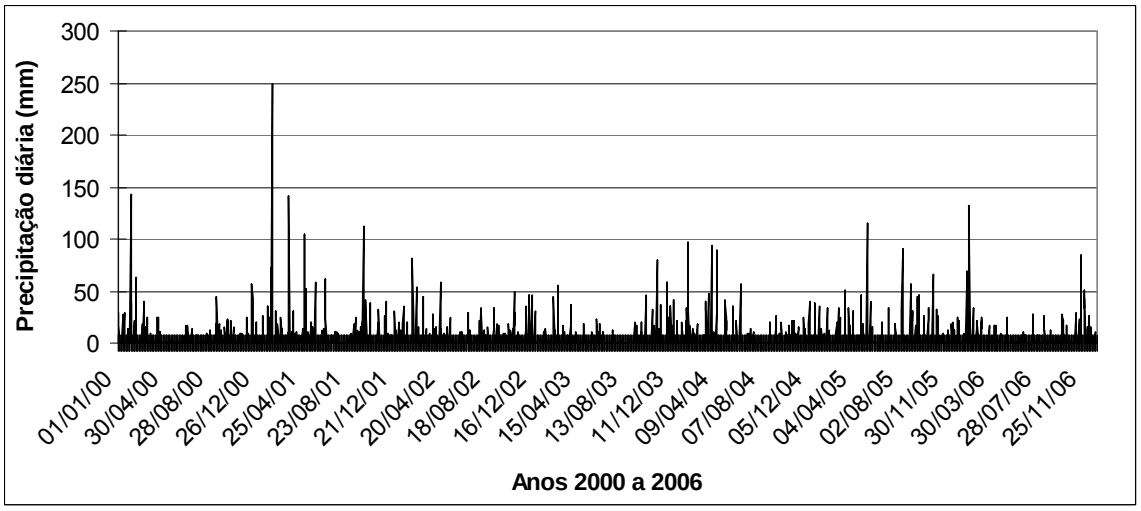


Figura 21 – Precipitação diária dos anos 2000 a 2006.

Da análise das Figuras 20 e 21, observa-se que as maiores precipitações médias acontecem no verão, e as menores precipitações, nos meses de junho a agosto (inverno).

4.4.4 Reservatórios de Água Pluvial

O volume ideal do reservatório de acumulação de água pluvial e o seu respectivo potencial de economia de água potável foram obtidos por meio do programa Netuno, através da aplicação das suas variáveis de entrada.

Apresentam-se como dados de entrada do programa: área de captação do telhado, precipitação pluviométrica diária, consumo diário *per capita* de água potável, população total, coeficiente de perdas e percentual de consumo de água para fins não potáveis.

Foram utilizados os dados de precipitações diárias da cidade de Florianópolis dos anos 2000 a 2006, fornecidos pela EPAGRI. Os dados de precipitação dos dias que não estavam preenchidos (dados faltantes), e também os dados menores ou iguais a 1 mm, foram assumidos como sendo zero. Essa simplificação, realizada pelo programa Netuno, sugere que o potencial de água potável poderia ser ligeiramente maior do que o apresentado neste estudo.

O coeficiente de perdas adotado foi de 0,80, indicando que 20% da água de chuva captada corresponde à perdas devido limpeza de telhado, evaporação e descarte.

Através da análise da planta de cobertura do SENAI/Florianópolis, verificou-se que a área captação do telhado no plano inclinado é de cerca de 3.300 m².

O consumo diário *per capita* de água potável calculado foi de apenas 15,5 litros/dia/pessoa, tendo em vista que a população total é de 565 pessoas.

A Tabela 43 permite uma melhor visualização dos dados de entrada utilizados no programa Netuno.

Tabela 43 – Dados de entrada utilizados no Programa Netuno.

Dados de entrada	
Consumo diário *per capita* de água potável (litros/dia/pessoa)	15,5
Área de captação do telhado (m²)	3.300
População total	565
Coeficiente de perdas	0,80
Período de precipitação pluviométrica diária	2000 a 2006
Usos finais de água com fins não potáveis (%)	63,5

O volume de reservatório inferior é um dado de entrada do programa que precisa ser adotado, porém deve ser maior que a demanda diária de água pluvial, para que supra esse consumo diário e possa manter uma reserva para épocas de baixa precipitação. A demanda diária de água pluvial calculada pelo programa Netuno foi 5.561 litros/dia. Deste modo, iniciaram-se as simulações com 6.000 litros de volume para o reservatório inferior de água pluvial.

O próximo passo para a escolha do volume de reservatório adequado foi variar o volume do reservatório inferior. Foram feitas variações de volume em intervalos de 1.000 litros, e para cada variação realizada, verificou-se um novo potencial de economia de água potável até atingir o volume do reservatório que promoveu um incremento igual ou inferior 0,5% de

economia de água potável sobre o volume anterior testado. Esse processo de variação do volume do reservatório inferior foi realizado apenas para determinar o potencial de economia de água potável e definir o seu volume ideal.

Conforme já explicado anteriormente no item 3.6.2, devido às incertezas das respostas obtidas nas entrevistas, verificou-se também para diferentes percentuais de usos finais não potáveis qual seria volume ideal do reservatório inferior, potencial de economia de água potável e demanda diária de água pluvial. Assim variou-se o percentual de 63,5% obtido na estimativa dos usos finais (não potáveis) em -15% a +15%, em intervalos de 5%.

Os resultados do dimensionamento do volume ideal do reservatório inferior, potencial de economia de água potável e demanda diária de água pluvial, para os diferentes percentuais de usos finais (não potáveis), estão apresentados na Tabela 44.

Tabela 44 - Resultados do dimensionamento do volume ideal do reservatório inferior, potencial de economia de água potável e demanda diária de água pluvial para diferentes percentuais de usos finais para fins não potáveis.

Usos finais para fins não potáveis	Volume ideal do reservatório inferior (litros)	Potencial de Economia de água potável	Demanda diária de água pluvial (litros)
48,5%	22000	34,5%	4247
53,5%	24000	37,5%	4685
58,5%	27000	40,9%	5123
63,5%	***27000***	***42,6%***	***5561***
68,5%	31000	46,3%	5998
73,5%	33000	48,9%	6437
78,5%	35000	51,4%	6875

Para facilitar a visualização, a Figura 22 ilustra todos os resultados de potencial de economia de água potável em percentual, obtidos no programa Netuno, através das variações de diferentes volumes de reservatório inferior e diferentes percentuais de água potável (usada para fins não potáveis) que poderiam ser substituídos por água pluvial.

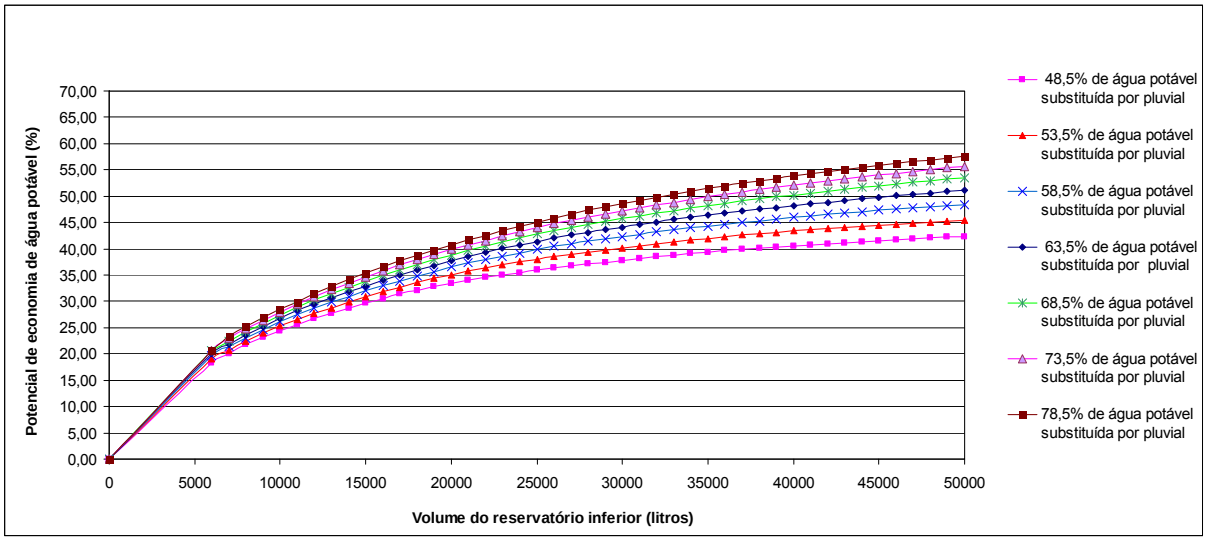


Figura 22 – Resultados do dimensionamento do volume ideal de reservatório inferior e potencial de economia de água potável para diferentes percentuais de usos finais não potáveis.

Analisando a Figura 22, é possível perceber que o potencial de economia de água potável relativo ao percentual de 63,5% de usos finais não potáveis varia bastante até em torno de 40.000 litros. A curva torna-se cada vez mais constante após 40.000 litros, cujo potencial de economia seria de 48,2%, demonstrando que a partir deste volume torna-se pequeno o incremento do potencial de economia. Para se ter uma idéia desta baixa variação, verificou-se no programa Netuno que um reservatório com 100.000 litros, proporcionaria um potencial de economia de água potável de 57,9%, apenas 6,8% maior que a economia de um reservatório com metade da sua capacidade (50.000 litros).

Assim, com base na análise dos resultados do programa Netuno, o volume ideal reservatório inferior indicado foi de 27.000 litros, pois passando para 28.000 litros, o aumento no potencial de economia é de apenas 0,5%. O potencial de economia de água potável obtido para o reservatório ideal (27.000 litros) seria de 42,6%.

Para facilitar a execução seria melhor adotar um volume de 30.000 litros, cujo potencial de economia é 44,1%. Porém, como não estão disponíveis no mercado reservatórios de fibra de vidro exatamente com esse volume de 30.000 litros, seria necessário adotar dois reservatórios interligados de 15.000 litros, volume mais comum no mercado.

Optou-se por adotar reservatórios de fibra de vidro por serem muito leves e resistentes ao desgaste, ao envelhecimento e à corrosão, e, além disso, são de fácil instalação e transporte.

A próxima etapa é a determinação do volume do reservatório superior. Conforme já exposto no item 3.6.2 do Capítulo 3, o reservatório superior será dimensionado para armazenar a demanda diária de água consumida em descarga de vaso sanitário, mictórios, limpeza geral do prédio, irrigação de jardins e lavação de carros, considerados como usos com fins não potáveis. A Tabela 45 apresenta os dados necessários para o dimensionamento do reservatório superior.

Tabela 45 - Dimensionamento do volume do reservatório superior

Consumo diário *per capita*	15,5	litros/dia/pessoa
População total	565	pessoas
Usos finais com fins não potáveis	63,5	%
Volume a ser armazenado	5.561	litros

O volume a ser armazenado no reservatório superior foi obtido pelo produto do consumo diário *per capita,* população total e percentual de usos finais com fins não potáveis. Diante desse valor, é possível escolher um volume de reservatório superior adequado. Neste caso, adotou-se dois reservatórios de 3.000 litros, totalizando o volume de 6.000 litros, em função de não haver reservatórios 6.000 litros disponíveis no mercado.

Adotando o volume de 6.000 litros para o reservatório superior, e de 30.000 litros para o reservatório inferior, o percentual total de economia de água potável obtido através do programa Netuno foi de 45,8%. Esse percentual será utilizado na análise de viabilidade

econômica do sistema de aproveitamento de água pluvial. A Tabela 46 apresenta os valores de volumes totais de reservatório inferior e superior de armazenamento de água pluvial adotados e o potencial de economia de água potável do conjunto.

Tabela 46 - Volumes totais adotados para reservatório inferior e superior de água pluvial e potencial de economia de água potável.

Reservatórios adotados	Volume total (litros)	Potencial de economia de água potável
Inferior	30.000	45,8%
Superior	6.000	

4.5 Análise Econômica

De acordo com o que foi exposto no item 3.7 da metodologia, para o estudo de viabilidade econômica, faz-se necessária a determinação dos custos relativos à implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, ou seja, custos com materiais, equipamentos e energia elétrica, além da economia de água gerada com a implantação do sistema.

Essa análise econômica será uma estimativa de custos que poderá servir como referência para novas instituições de ensino que desejam implantar um sistema de aproveitamento de água pluvial, uma vez que, atualmente não há pretensão de implantar esse sistema no SENAI/Florianópolis.

A estimativa dos custos de materiais e equipamentos necessários foi realizada por meio de uma pesquisa de preço nas maiores lojas de materiais de construção da cidade, onde verificou-se o preço médio de cada item.

Os materiais orçados foram reservatórios superiores de fibra de vidro de 3.000 litros, reservatórios inferiores de fibra de vidro de 15.000 litros e moto-bombas de ¾ CV, lembrando que serão necessárias duas unidades de cada um desses itens. Os valores médios pesquisados no mercado dos materiais e serviços orçados, as quantidades e custo total estão apresentados na Tabela 47.

Para facilitar a instalação, optou-se no presente estudo em instalar o reservatório inferior sobre o solo, e não enterrado. Neste caso, recomenda-se ter toda a área da base do reservatório inferior assentada em uma superfície horizontal plana, lisa e nivelada, isenta de qualquer irregularidade e com área maior do que a área do fundo do reservatório. O reservatório de fibra de vidro pode ficar exposto ao sol, pois possui aditivos contra raios ultravioleta (FIBRATEC, 2007). Quanto aos reservatórios superiores, optou-se em localizá-los sobre a laje de concreto da cobertura da edificação.

Para determinar a potência adequada do par de moto-bombas, buscou-se informações apresentadas em catálogos de fabricantes, e também foi utilizado o software FAMAC

Motobombas Versão 3.1 (FAMAC, 2007). Para isso, foram adotados os seguintes valores para as variáveis de entrada do software:

- Altura de sucção = 3 metros;
- Altura de recalque = 13 metros;
- Comprimento total da tubulação = 70 metros;
- Vazão desejada = 5.000 litros/hora;
- Bitola da tubulação = 1 ½ " (polegadas);
- Material da tubulação = PVC.

Vale ressaltar que as informações acima foram adotadas tendo em vista as distâncias reais da edificação, e levando em conta uma margem de segurança, uma vez que é recomendado que a altura manométrica total seja um pouco maior do que a medida em campo (SRHT, 2007).

Assim, verificou-se que a potência indicada para a moto-bomba foi de ¾ CV e a sua respectiva vazão foi de 3.213 litros/hora. Calculou-se baseado nesta vazão, que a moto-bomba deverá funcionar 1,85 hora (1 hora e 51 minutos) por dia para suprir a demanda diária de água pluvial do prédio (cerca de 6.000 litros). Também, estipulou-se o seu funcionamento durante 23 dias no mês.

De posse destes dados, foi possível estimar os custos de operação do sistema relativos ao gastos com energia elétrica, em função do tempo diário de funcionamento das moto-bombas e do número de dias de uso no mês.

Através de informações obtidas junto à CELESC, verificou-se que o SENAI/Florianópolis está classificado na categoria comercial, alta tensão, segmento horosazonal azul A1. Deste modo, foi assumida a condição mais desfavorável, onde o funcionamento da moto-bomba ocorrerá durante os horários de ponta da estação seca, cujo valor cobrado pelo consumo de energia elétrica é R$ 0,24/kWh (CELESC, 2007).

O consumo de energia elétrica correspondente a 1 CV é 756 W, logo a potência da moto-bomba adotada, de ¾ CV, é igual a 0,57 kW, que multiplicado por 1,85 horas de funcionamento diário, durante 23 dias no mês, resulta em 24,13 kWh/mês. Aplicando esses valores na Equação 3.15, foi obtido o custo mensal de energia elétrica relativo ao bombeamento de água pluvial, que se mostrou muito pequeno em comparação aos outros custos levantados.

Os custos com mão-de-obra foram obtidos através de uma estimativa de preço realizada por profissionais especializados em execução de projetos hidrossanitários. Verificou-se o custo de execução dos serviços por dias trabalhados. O custo médio da mão-de-obra de um encanador é R$ 50,00/dia e custo médio de um ajudante de encanador ou servente de pedreiro é R$ 30,00/dia, sendo a carga horária de trabalho de 8 horas/dia. O número de dias necessários para a execução dos serviços relativos a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial varia dependendo das soluções adotadas. Para esse caso, foi

estimado por profissionais especializados, um período de aproximadamente 20 dias para a execução da instalação do sistema.

Já os gastos com tubulações e conexões, foram estimados adotando um percentual de 15% do custo total de implantação do sistema orçado (FERREIRA, 2005). Este percentual foi adotado para suprir todos os custos desses materiais, incluindo a instalação interna na edificação. Portanto, depois de orçado os custos com reservatórios, moto-bombas, mão-de-obra e energia elétrica, foi aplicado um fator de majoração de 1,15.

Tabela 47 – Resumo dos custos de implantação e operação do sistema.

Equipamento ou serviço	Quantidade (unid.)	Custo Unitário	Custo Total
Reservatório de 3.000 litros	2	R$ 560,50	R$ 1.121,00
Reservatório de 15.000 litros	2	R$ 2.383,00	R$ 4.766,00
Moto-bomba de ¾ CV	2	R$ 407,50	R$ 815,00
Chave de nível com bóia flutuante e vareta para o reservatórios	3	R$ 70,00	R$ 210,00
Conjunto para sucção com bóia flutuante	1	R$ 350,00	R$ 350,00
Válvula solenóide	1	R$ 150,00	R$ 150,00
Desviador horizontal para as primeiras águas de chuva	3	R$ 600,00	R$ 1.800,00
Filtro modelo VF1 Marca 3P Tecnik	3	R$ 1.500,00	R$ 4.500,00
Tubulações, conexões	---	15% do total	R$ 2.297,68
Mão-de-obra	20 dias	R$ 80,0/dia	R$ 1.600,00
Energia elétrica (operação do sistema)	1,85 h/dia (23 dias/mês)	R$ 0,24/kW/h	R$ 5,88
Custo Total			**R$ 17.615,56**

Após isso, foram determinados os novos custos de água potável, considerando o potencial de economia de água gerado pelo uso da água pluvial.

Os clientes da CASAN são classificados de acordo com a natureza da finalidade de consumo de água do seu imóvel, e são distribuídos em quatro categorias: residencial, comercial, industrial e pública (CASAN, 2007). Verificou-se em um simulador de categorias, através do número de matrícula do SENAI/Florianópolis, que o mesmo se enquadra na categoria pública. Também, para o objeto de estudo, não há cobrança de taxa de esgoto na fatura de água.

A Tabela 48 apresenta os valores (em reais) cobrados pela CASAN, para as faixas de consumo de água para a categoria pública.

Tabela 48 - Custos de água por faixa de consumo para a categoria pública (CASAN, 2007).

Faixa de consumo (m³)	Valor (R$)
até 10	29,52/mês
maior que 10	4,8975/m³

Porém, verificou-se que o custo médio mensal do m³ de água cobrado nas faturas de água do SENAI/Florianópolis, dos meses mais atuais de 2007 (março a junho), corresponde ao valor de R$ 4,41/m³, conforme apresentado na Tabela 49. Assim constatou-se que o valor cobrado pela CASAN por m³, resulta em um valor cerca de 10% superior ao informado na fatura.

Tabela 49 – Custo médio do m³ de água verificado nas faturas de março a junho de 2007.

Meses	Consumo (m³)	Custo (R$)	Custo/m³ (R$)
mar-07	211	926,92	4,39
abr-07	103	452,48	4,39
mai-07	269	1.191,60	4,43
jun-07	222	980,43	4,42
Média	***201,25***	***887,86***	***4,41***

Portanto, optou-se em utilizar para fins de cálculo dos novos gastos com água potável o valor de R$ 4,41/m³. Assim, tendo em vista o potencial de economia de água potável verificado, de 45,8%, calculou-se através da aplicação da Equação 3.16 o novo custo de água potável, cujo valor seria de R$ 481,03.

Após isso, com base na Equação 3.17, foi calculada a diferença entre o custo mensal atual de água potável e o novo custo mensal, computando também os gastos de energia elétrica.

Por fim, o período de retorno do investimento foi calculado através do método do payback descontado, apresentado na Equação 3.18.

A Tabela 50 apresenta os dados utilizados, resultados obtidos e o período de retorno do investimento para a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial no SENAI/Florianópolis.

Tabela 50 – Dados utilizados, resultados obtidos e período de retorno do investimento.

	Dados de consumo, custo e economia	Valor	Unid.
Consumos	Consumo médio diário de água potável	8,75	m³/mês
	Consumo médio mensal água potável	201,25	m³/mês
	Novo consumo médio mensal de água potável	109,08	m³/mês
Custos	Atual custo médio mensal com água potável	888,80	R$/mês
	Novo custo médio mensal com água potável	481,03	R$/mês
	Custo de operação do sistema (energia elétrica)	5,88	R$/mês
	Custo total de implantação do sistema	17.615,56	R$
Econ.	Potencial de economia de água potável	45,8	%
	Economia total gerada	413,65	R$/mês
	Período de retorno do investimento (payback descontado)	***4,8***	***anos***

Da análise dos valores da Tabela 50 verifica-se que a economia monetária gerada através da implantação de um sistema de aproveitamento pluvial, estimada em R$ 413,65, mostrou-se bastante significativa, pois os custos com água potável seriam reduzidos em 45,8%.

Além disso, o período de retorno do investimento verificado através do método do payback descontado foi de aproximadamente 4,8 anos, que corresponde a 4 anos e 10 meses.

5 CONCLUSÕES

5.1 Conclusões Gerais

Através deste estudo foi estimado o potencial de economia de água potável obtido por meio da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis no SENAI/Florianópolis, Centro de Tecnologia em Automação e Informática do SENAI/SC, localizado na cidade de Florianópolis-SC.

Inicialmente, a fim de estimar os usos finais de água, foi realizado um levantamento de dados acerca da população que ocupa o prédio, medições de vazão dos aparelhos sanitários e faturas de consumos de água. As informações referentes à população de alunos, professores e funcionários do SENAI/Florianópolis foram utilizadas para definir as amostras das diferentes categorias de usuários a ser entrevistados.

Com base nos resultados obtidos das entrevistas, onde se verificou a freqüência e tempo médio de utilização dos aparelhos, e nas medições de vazão, foi estimado o consumo médio diário total e o consumo de água *per capita*.

Os dados de consumo de água das faturas da CASAN possibilitaram verificar o consumo real de água no prédio, e compará-lo com o consumo estimado. A diferença obtida entre o consumo diário estimado, que corresponde a 10.490 litros/dia e o consumo real de 8.750 litros/dia, foi de 19,9%. Já era esperada uma diferença, uma vez que existe grande possibilidade de erros devido às respostas duvidosas obtidas nas entrevistas.

Em função destes possíveis erros gerados por respostas imprecisas, foi realizada uma análise de sensibilidade para ajustar o consumo calculado com o consumo medido pela CASAN, verificando a influência de cada tipo de aparelho sobre o consumo final de água. A torneira da pia da cozinha do restaurante e o vaso sanitário mostraram ser os aparelhos mais sensíveis a erros. Verificou-se que uma variação de 30% no tempo médio de uso da torneira da pia da cozinha, gera um erro de 27% sobre o consumo total de água. Nota-se que essa variação é expressiva, confirmando a imprecisão das respostas. Foi então realizada uma correção dos usos finais de acordo com os resultados verificados na análise de sensibilidade.

Após isso, verificou-se que o consumo diário de água *per capita* obtido apontou para um valor de 15,5 litros/dia/pessoa. Apesar de ser um consumo por pessoa considerado baixo, encontra-se dentro da faixa de consumo médio de água para escolas e universidades, lembrando também que o consumo de água em instituições de ensino pode variar bastante conforme a sua tipologia e tempo de permanência dos usuários na edificação.

Na avaliação do potencial de economia de água potável, verificou-se primeiramente que um percentual 63,5% dos usos finais é utilizado em fins não potáveis (vasos sanitários, mictórios, limpeza geral, irrigação de jardins e lavação de carros). Desta forma, definiu-se que esse percentual de água potável, que corresponde a um volume de 5.561 litros/dia, poderia ser substituído por água pluvial.

De posse desses dados, e também com base nos dados pluviométricos e áreas de telhados levantados, estimou-se através do programa Netuno, o volume ideal do reservatório inferior de água pluvial e o seu respectivo potencial de economia de água potável. O dimensionamento apontou um volume de 30.000 litros como ideal, cujo potencial de economia é 44,1%. Para o reservatório superior foi adotado um volume de 6.000 litros, suficiente para armazenar a demanda diária de água consumida apenas em fins não potáveis. Definido o volume do reservatório superior, foi determinado através do programa Netuno o potencial de economia total de água potável, que resultou em 45,8%.

Além disso, foi realizada uma análise de viabilidade econômica da implantação do sistema. Foram levantados, através de uma pesquisa de mercado, os preços médios atuais dos materiais, equipamentos e mão-de-obra, entre outros custos existentes. Desta forma, o custo total de implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial foi orçado em R$ 17.615,56. Por fim, com base na economia mensal de água potável gerada e no custo total de implantação do sistema, estima-se que o período de retorno do investimento é de 4 anos e 10 meses.

Portanto, com o presente estudo constatou-se que a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no SENAI/Florianópolis mostrou-se economicamente viável, pois proporcionaria grande potencial de economia de água potável, trazendo benefícios financeiros em médio prazo e benefícios ambientais imediatos por preservar os recursos hídricos da região.

5.2 Limitações do Trabalho

Durante o período de levantamento de dados, surgiram algumas dificuldades que impossibilitaram obter um levantamento mais preciso, tais como:

- Amostra entrevistada menor que a desejada para representar a população;
- Incerteza nas respostas dos entrevistados;
- Utilização de questionários não qualitativos; não diferenciados para verão e inverno;
- Elevados valores de desvio padrão para as médias de freqüência e tempo de uso dos aparelhos;
- Necessidade de uma análise estatística dos dados mais apurada;
- Imprecisões nas medições das vazões dos aparelhos e ausência de equipamentos próprios para medir vazões de vasos sanitários e mictórios;
- Ausência de testes para a verificação da existência de vazamentos;
- Período de monitoramento do hidrômetro insuficiente para representar o consumo médio diário.

Além disso, não foram realizadas análises relativas à qualidade da água pluvial captada nas coberturas da edificação.

5.3 Sugestões para Trabalhos Futuros

Após o final deste estudo, seguem algumas sugestões para trabalhos futuros:

- Verificar o potencial de economia de água potável obtido através da utilização de sistema de aproveitamento de água pluvial juntamente com sistema de reúso de águas cinzas em instituições de ensino com padrões de usuários diferentes, como por exemplo ensino fundamental;

- Realizar estudo referente à sistemas de aproveitamento de água pluvial em outras tipologias de edificações, como em indústrias e hospitais;

- Elaborar estudo comparativo sobre os usos finais e consumo *per capita* de água em escolas ou universidades públicas e privadas.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5626 – Instalação Predial de Água Fria, 1998.

ACBMAC. Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água de Chuva. Disponível em: http://www.abcmac.org.br. Acessado em janeiro 2007.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: http://www.aneel.gov.br. Acessado em fevereiro de 2007.

AQÜÍFERO GUARANI. Disponível em: http://www.oaquiferoguarani.com.br. Acessado em fevereiro de 2007.

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2003.

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

BELLA CALHA. Disponível em: http://www.bellacalha.com.br. Acessado em fevereiro de 2007.

BROWN, C.; JAN G.; COLLEY, S.; KRISHNA, H. J. **The Texas Manual on Rainwater Harvesting.** Texas Water Development Board. Third Edition. Austin, Texas, 2005. Disponível em:http://www.twdb.state.tx.us/publications/reports/RainwaterHarvestingManual_3rdedition.pdf Acessado em fevereiro de 2007.

CASA EFICIENTE. Uso racional da água – Sistema de aproveitamento de água pluvial. Disponível em: http://www.casaeficiente.com.br. Acessado em junho de 2007.

CASAN. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Disponível em: http://www.casan.com.br. Acessado em fevereiro de 2007.

CELESC. Centrais Elétricas de Santa Catarina. Disponível em: http://www.celesc.com.br. Acessado em junho de 2007.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.cogerh.com.br. Acessado em janeiro 2007.

DECA. Disponível em: http://www.deca.com.br. Acessado em janeiro 2007.

FAMAC. Software FAMAC Motobombas Versão 3.1. Disponível em: http://www.famac.ind.br. Acessado em junho de 2007.

FIBRATEC. Disponível em: http://www.fibratec.com.br. Acessado em junho de 2007.

FERREIRA, D. F**. Aproveitamento de Águas Pluviais e Reúso de Águas Cinzas para Fins não Potáveis em um Condomínio Residencial Localizado em Florianópolis – SC**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2005

GHISI, E. **A Influência da Precipitação Pluviométrica, Área de Captação, Número de Moradores e Demandas de Água Potável e Pluvial no Dimensionamento de Reservatórios para Fins de Aproveitamento de Água Pluvial em Residências Unifamiliares**. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para participação no Concurso Público do Edital N° 026/DDPP/2006. Florianópolis, 2006.

GHISI, E. Potential for Potable Water Savings by Using Rainwater in the Residential Sector of Brazil. **Building and Environment,** v. 41, n. 11, p. 1544-1550, 2006.

GHISI, E.; FERREIRA, D. F. Potential for Potable Water Savings by Using Rainwater and Greywater in a Multi-storey Residential Building in Southern Brazil. **Building and Environment,**. v. 42, n. 7, p. 2512-2522, 2006.

GHISI, E.; OLIVEIRA, S. M. Potential for Potable Water Savings by Combining the Use of Rainwater and Greywater in Houses in Southern Brazil. **Building and Environment**., v. 42, n. 4, p. 1731-1742, 2007.

GHISI, E.; TRÉS, A.C.R. Netuno – Aproveitamento de Águas Pluviais no Setor Residencial. Disponível em http://www.labeee.ufsc.br. Programa computacional, 2004.

GONÇALVES, O. M.; PRADO, R. T. A.; ILHA, M. S.O.; AMORIM, S.; OLIVEIRA, L. H.; PETRUCCI, A. L.; MARTINS, G. A.; PULICI, C. **Execução e Manutenção de Sistemas Hidráulicos Prediais**. Editora PINI. São Paulo, 2000.

Google Earth. Software Google Earth. 2007.

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

Guia Digital Florianópolis. Disponível em: http://www.pmf-sc.gov.br. Acessado em maio 2007.

HANSEN, S. **Aproveitamento da Chuva em Florianópolis.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://www.ibge.gov.br Acessado em fevereiro de 2007.

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.

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

MANO, R. S. **Captação Residencial de Água Pluvial, para Fins Não Potáveis, em Porto Alegre: Aspectos Básicos da Viabilidade Técnica e dos Benefícios do Sistema**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2004.

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. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, **Anais....**CD Rom, 2004.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações.** Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MAY S.; PRADO R. T. A. Estudo da Qualidade da Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, **Anais....**CD Rom, 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.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios.** Tese (Doutorado). Curso de Pós- Graduação Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

ONU. Organização das Nações Unidas. Disponível em: http://www.onu-brasil.org.br. Acessado em novembro de 2006.

PMF. Prefeitura Municipal de Florianópolis. Disponível em: http://www.pmf-sc.gov.br. Acessado em fevereiro de 2007.

PNCDA. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Disponível em: http://www.pncda.gov.br. Acessado em novembro de 2006.

PURA. Programa de Uso Racional da Água. Disponível em: http://www.pura.poli.usp.br/resultados.htm. Acessado em novembro de 2006.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico de São Paulo. Disponível em: http://www.sabesp.com.br. Acessado em janeiro de 2007.

SAFERAIN. Saferain First Flush Diversion Valve. Disponível em: http://www.saferain.com.au. Acessado em fevereiro de 2007.

SBRT. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Disponível em: http://sbrt.ibict.br. Acessado em junho de 2007.

SCHERER, F. A. **Uso Racional da Água em Escolas Públicas: Diretrizes Para Secretarias de Educação.** Dissertação (Mestrado). Curso de Pós- Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Disponível em: http://www.senai.br. Acessado em maio de 2007.

SENAI/FLORIANÓPOLIS. Centro de Tecnologia em Automação e Informática do SENAI/SC. Disponível em: http://www.ctai.senai.br. Acessado em março de 2007.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. Implantação de Programas de Uso Racional da Água em Campi Universitários. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, **Anais....**CD Rom, 2004

SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ L. A. Potencial de Economia de Água Tratada Através do Aproveitamento de Águas Pluviais em Postos de Combustíveis: Estudos de Caso. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, **Anais....** CD Rom, 2004.

SIRHESC. Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina. Disponível em http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br. Acessado em fevereiro de 2007.

TOMAZ, P. **A Economia de Água para Empresas e Residências – Um Estudo Atualizado sobre o Uso Racional da Água.** Navegar Editora, São Paulo, 2001a.

TOMAZ, P. **Previsão de Consumo de Água – Interface das Instalações Prediais de Água e Esgoto com os serviços Públicos.** Navegar Editora, São Paulo, 2001b.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis.** Navegar Editora, São Paulo, 2003.

UNEP. United Nations Environment Programme. Global Environment Outlook 3. Disponível em: http\\:www.unep.org.jp. Acessado em fevereiro de 2007.

UNIÁGUA. Universidade da água. **Água no Planeta**. Disponível em: http://www.uniagua.org.br. Acessado em outubro de 2006.

WERNECK, G. A. M.; BASTOS, L. E. G. A Água da Chuva Como Fonte de Recursos Hídricos para as Escolas de Barra do Piraí e os Reflexos para o Sistema Municipal de Abastecimento. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 11º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, **Anais....**CD Rom, 2006.

YWASHIMA, L. A.; ILHA, M. S. O.; CRAVEIRO, S. G.; GONÇALVES, O. M. Método para Avaliação da Percepção dos Usuários para o Uso Racional de água em Escolas. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 11º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, **Anais....**CD Rom, 2006..

YWASHIMA, L. A. **Avaliação do Uso de Água em Edifícios Escolares Públicos e Análise de Viabilidade Econômica da Instalação de Tecnologias Economizadoras nos Pontos de Consumo**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo; Universidade Estadual de Campinas, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Questionários utilizados nas entrevistas.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
Estudo de Consumo de Água no SENAI /Florianópolis (Alunos)

Curso:_____ Sexo:_____
Turno/Carga Horária:_____ Idade:_____

1) Número de vezes por dia em média, que você utiliza as *torneiras do banheiro* do SENAI:_____
Estime um tempo (em segundos) de utilização a cada vez que usa as torneiras:_____

2) Número de vezes por dia em média, que utiliza água dos *bebedouros* do SENAI*:*_____
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que utiliza os bebedouros:_____

3) Número de vezes por dia em média, que utiliza a *descarga dos vasos sanitários* do SENAI:_____
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que pressiona a válvula da descarga: _____

4) Número de vezes por dia em média, que utiliza a descarga dos *mictórios* do SENAI:_____
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que pressiona a descarga do mictório: _____

5) Utiliza algum outro ponto de consumo de água no prédio do SENAI? Qual?_____
Estimativa do tempo (em segundos) de utilização: _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
Estudo de Consumo de Água no SENAI /Florianópolis (Funcionários)

Função:_____ Sexo:_____
Turno/Carga Horária:_____ Idade:_____

1) Número de vezes por dia em média, que você utiliza as *torneiras do banheiro* do SENAI:_____
Estime um tempo (em segundos) de utilização a cada vez que usa as torneiras:_____

2) Número de vezes por dia em média, que utiliza água dos *bebedouros* do SENAI*:*_____
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que utiliza os bebedouros:_____

3) Número de vezes por dia em média, que utiliza a *descarga dos vasos sanitários* do SENAI:_____
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que pressiona a válvula da descarga: _____

4) Número de vezes por dia em média, que utiliza a descarga dos *mictórios* do SENAI:_____
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que pressiona a descarga do mictório: _____

5) Utiliza algum outro ponto de consumo de água no prédio do SENAI? Qual?_____
Estimativa do tempo (em segundos) de utilização: _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
Estudo de Consumo de Água no SENAI /Florianópolis (Lavação de Automóveis)

Função:_____ Sexo:_____
Carga Horária / Turno:_____ Idade:_____

1) Número de dias por se semana em média que se realiza lavação de automóveis:_____

2) Número estimado de automóveis lavados por semana: _____

3) Tempo estimado de utilização da torneira ou mangueira para lavação de cada automóvel:_____

4) Utiliza alguma outra forma de água para lavação de automóveis? Qual?_____Estimativa do tempo de utilização:_____

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
Estudo de Consumo de Água no SENAI / Florianópolis (Professores)

Função:_____ Sexo:_____
Turno/Carga Horária:_____ Idade:_____

1) Número de vezes por dia em média, que você utiliza as *torneiras do banheiro* do SENAI:_____
Estime um tempo (em segundos) de utilização a cada vez que usa as torneiras:_____

2) Número de vezes por dia em média, que utiliza água dos *bebedouros* do SENAI*:*_____
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que utiliza os bebedouros:_____

3) Número de vezes por dia em média, que utiliza a *descarga dos vasos sanitários* do SENAI:_____
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que pressiona a válvula da descarga: _____

4) Número de vezes por dia em média, que utiliza a descarga dos *mictórios* do SENAI:_____
Estime um tempo (em segundos) a cada vez que pressiona a descarga do mictório: _____

5) Utiliza algum outro ponto de consumo de água no prédio do SENAI? Qual?_____
Estimativa do tempo (em segundos) de utilização: _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
Estudo de Consumo de Água no SENAI / Florianópolis (Funcionários Cozinha)

Função:_____ Sexo:_____
Carga Horária / Turno:_____ Idade:_____

1) Número de vezes por dia em média que utiliza a torneira do banheiro:_____
Tempo (em segundos) estimado de utilização:_____

2) Número de vezes por dia em média que utiliza o bebedouro:_____
Tempo (em segundos) estimado de utilização:_____

3) Número de vezes por dia em média que utiliza a descarga do vaso sanitário:_____
Tempo (em segundos) estimado de utilização: _____

4) Número de vezes por dia em média que utiliza a descarga do mictório:_____
Tempo (em segundos) estimado de utilização: _____

5) Utiliza alguma outra forma de água no prédio (ex. chuveiros)? Qual?_____
Estimativa do tempo de utilização: _____

6) Quanto tempo por dia em média a torneira da pia fica aberta para *lavar alimentos*?_____

7) Quantos litros de água por dia se gasta em média para *cozinhar*?_____

8) Quanto tempo por dia em média a torneira da pia fica aberta para *lavar louças?*_____

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
Estudo de Consumo de Água no SENAI / Florianópolis (Limpeza)

Função:_____ Sexo:_____
Carga Horária / Turno:_____ Idade:_____

1) Número de vezes por dia em média que utiliza a *torneira do tanque*:_____
Tempo estimado de utilização:_____

2) Número de vezes por dia em média que utiliza as *torneiras para lavar calçadas*:_____
Tempo estimado de utilização:_____

3) Quanto tempo por dia em média utiliza as *torneiras para regar jardim* ?_____

4) Utiliza alguma outra forma de água para *limpeza do prédio*?
Qual?_____Estimativa do tempo de utilização:_____

APÊNDICE 2

Resumos das faturas de água da CASAN do ano de 2005 a 2007.

Mês / Ano	Consumo (m³)	Custo (R$)
jan-05	402	1.556,44
fev-05	286	1.103,23
mar-05	275	1.060,26
abr-05	329	1.271,23
mai-05	639	2.482,40
jun-05	711	2.763,71
jul-05	692	2.689,47
ago-05	540	2.095,61
set-05	531	2.060,45
out-05	213	818,02
nov-05	88	329,65
dez-05	273	1.209,58
Média 2005	***415***	***1.620,00***
jan-06	10	27,89
fev-06	121	526,62
mar-06	113	490,68
abr-06	206	908,54
mai-06	174	764,76
jun-06	183	805,20
jul-06	119	517,64
ago-06	119	517,64
set-06	152	665,91
out-06	161	706,35
nov-06	158	692,87
dez-06	158	692,87
Média 2006	***140***	***609,75***
jan-07	38	153,70
fev-07	37	149,20
mar-07	211	931,00
abr-07	103	445,75
mai-07	269	1.191,60
jun-07	222	980,43
Média 2007	***147***	***641,95***

APÊNDICE 3

Dados de freqüência, de tempo de uso e de consumo de água por aparelhos para cada categoria de usuário.

Torneira de lavatório - Alunos

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	2	12	0,09	2,04
2	3	6	0,09	1,53
3	1	3	0,09	0,26
4	1	10	0,09	0,85
5	0,3	5	0,09	0,13
6	3	5	0,09	1,28
7	1	10	0,09	0,85
8	0,3	15	0,09	0,38
9	3	10	0,09	2,55
10	5	20	0,09	8,50
11	3	20	0,09	5,10
12	2	15	0,09	2,55
13	1	5	0,09	0,43
14	3	10	0,09	2,55
15	2	15	0,09	2,55
16	4	6	0,09	2,04
0	4	10	0,09	3,40
18	2	5	0,09	0,85
19	1	10	0,09	0,85
20	4	5	0,09	1,70
21	3	6	0,09	1,53
22	2	7	0,09	1,19
23	2	4	0,09	0,68
24	2	15	0,09	2,55
25	4	15	0,09	5,10
26	2	15	0,09	2,55
27	3	10	0,09	2,55
28	2	5	0,09	0,85
29	1	15	0,09	1,28
30	1	5	0,09	0,43
31	0	0	0,09	0,00
32	1	10	0,09	0,85
33	3	5	0,09	1,28
34	2	15	0,09	2,55
35	1	10	0,09	0,85
36	3	7	0,09	1,79
37	2	8	0,09	1,36
38	0	0	0,09	0,00
39	3	10	0,09	2,55
40	3	10	0,09	2,55
41	2	12	0,09	2,04
42	3	10	0,09	2,55
43	4	8	0,09	2,72
44	4	7	0,09	2,38
45	3	15	0,09	3,83
46	2	12	0,09	2,04

47	4	8	0,09	2,72
48	5	7	0,09	2,98
49	5	10	0,09	4,25
50	6	10	0,09	5,10
51	3	8	0,09	2,04
52	3	10	0,09	2,55
53	5	12	0,09	5,10
54	3	7	0,09	1,79
55	4	10	0,09	3,40
56	1	5	0,09	0,43
57	2	20	0,09	3,40
58	2	10	0,09	1,70
59	2	10	0,09	1,70
60	2	12	0,09	2,04
61	4	10	0,09	3,40
62	1	10	0,09	0,85
63	5	10	0,09	4,25
64	2	20	0,09	3,40
65	4	20	0,09	6,80
66	1	20	0,09	1,70
67	3	10	0,09	2,55
68	3	10	0,09	2,55
69	2	10	0,09	1,70
70	3	10	0,09	2,55
71	2	5	0,09	0,85
72	1	6	0,09	0,51
73	5	7	0,09	2,98
74	5	3	0,09	1,28
75	2	5	0,09	0,85
76	3	12	0,09	3,06
77	4	10	0,09	3,40
78	2	20	0,09	3,40
79	5	10	0,09	4,25
80	1	8	0,09	0,68
81	3	10	0,09	2,55
82	1	8	0,09	0,68
83	2	5	0,09	0,85
84	2	4,5	0,09	0,77
85	2	10	0,09	1,70
86	3	5	0,09	1,28
87	2	3	0,09	0,51
88	2	8	0,09	1,36
89	1	5	0,09	0,43
90	1	7	0,09	0,60
Média	**2,53**	**9,48**	**0,09**	**2,10**
Desvio Padrão	*1,34*	*4,55*	*0,00*	*1,51*

Bebedouro - Alunos

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	1	10	0,01	0,14
2	8	6	0,01	0,70
3	2	10	0,01	0,29
4	3	13	0,01	0,57
5	2	10	0,01	0,29
6	2	10	0,01	0,29
7	2	10	0,01	0,29
8	0,5	8	0,01	0,06
9	3	10	0,01	0,43
10	4	5	0,01	0,29
11	2	8	0,01	0,23
12	2	10	0,01	0,29
13	0	0	0,01	0,00
14	3	5	0,01	0,22
15	3	10	0,01	0,43
16	4	6	0,01	0,35
0	1	10	0,01	0,14
18	0	0	0,01	0,00
19	1	10	0,01	0,14
20	0	0	0,01	0,00
21	2	8	0,01	0,23
22	5	3	0,01	0,22
23	2	10	0,01	0,29
24	4	7	0,01	0,41
25	4	10	0,01	0,58
26	5	4	0,01	0,29
27	4	5	0,01	0,29
28	2	10	0,01	0,29
29	3	5	0,01	0,22
30	3	9	0,01	0,39
31	3	10	0,01	0,43
32	4	6	0,01	0,35
33	5	10	0,01	0,72
34	8	3	0,01	0,35
35	3	5	0,01	0,22
36	4	6	0,01	0,35
37	6	9	0,01	0,78
38	7	5	0,01	0,51
39	4	10	0,01	0,58
40	5	8	0,01	0,58
41	3	7	0,01	0,30
42	3	3	0,01	0,13
43	5	6	0,01	0,43
44	3	10	0,01	0,43
45	5	7	0,01	0,51
46	5	8	0,01	0,58
47	6	6	0,01	0,52
48	6	15	0,01	1,30
49	3	6	0,01	0,26
50	2	5	0,01	0,14
51	3	10	0,01	0,43
52	5	6	0,01	0,43

53	2	15	0,01	0,43
54	3	7	0,01	0,30
55	0	0	0,01	0,00
56	0	0	0,01	0,00
57	4	10	0,01	0,58
58	3	10	0,01	0,43
59	3	8	0,01	0,35
60	4	11	0,01	0,64
61	5	20	0,01	1,45
62	1	5	0,01	0,07
63	0	0	0,01	0,00
64	1	20	0,01	0,29
65	2	15	0,01	0,43
66	2	10	0,01	0,29
67	0	0	0,01	0,00
68	1	15	0,01	0,22
69	0	0	0,01	0,00
70	2	10	0,01	0,29
71	1	9	0,01	0,13
72	3	10	0,01	0,43
73	3	4	0,01	0,17
74	0	0	0,01	0,00
75	4	5	0,01	0,29
76	2	15	0,01	0,43
77	2	10	0,01	0,29
78	1	7	0,01	0,10
79	2	10	0,01	0,29
80	0	0	0,01	0,00
81	3	15	0,01	0,65
82	1	10	0,01	0,14
83	2	15	0,01	0,43
84	4	5	0,01	0,29
85	2	15	0,01	0,43
86	0	0	0,01	0,00
87	2	2	0,01	0,06
88	1	10	0,01	0,14
89	3	15	0,01	0,65
90	0	0	0,01	0,00
Média	**2,72**	**7,73**	**0,01**	**0,33**
Desvio Padrão	1,86	4,63	0,00	0,25

Vaso sanitário - Alunos

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	0	0	1,70	0
2	0	0	1,70	0
3	0	0	1,70	0
4	0,3	7	1,70	3,57
5	0,3	8	1,70	4,08
6	0	0	1,70	0
7	1	20	1,70	34
8	0,3	6	1,70	3,06
9	1	10	1,70	17
10	1	8	1,70	13,6
11	0	0	1,70	0
12	1	5	1,70	8,5
13	0	0	1,70	0
14	0	0	1,70	0
15	0	0	1,70	0
16	2	8	1,70	27,2
0	2	5	1,70	17
18	1	7	1,70	11,9
19	0	0	1,70	0
20	2	5	1,70	17
21	0	0	1,70	0
22	1	7	1,70	11,9
23	1	10	1,70	17
24	0	0	1,70	0
25	1	7	1,70	11,9
26	0	0	1,70	0
27	0	0	1,70	0
28	1	6	1,70	10,2
29	1	10	1,70	17
30	0	0	1,70	0
31	1	10	1,70	17
32	0	0	1,70	0
33	0	0	1,70	0
34	1	8	1,70	13,6
35	0	0	1,70	0
36	0	0	1,70	0
37	0	0	1,70	0
38	0	0	1,70	0
39	1	8	1,70	13,6
40	1	7	1,70	11,9
41	0	0	1,70	0
42	0	0	1,70	0
43	0	0	1,70	0
44	0	0	1,70	0
45	0	0	1,70	0
46	1	10	1,70	17
47	0	0	1,70	0
48	0	0	1,70	0
49	0	0	1,70	0
50	1	9	1,70	15,3
51	0	0	1,70	0
52	0	0	1,70	0

53	0	0	1,70	0
54	0	0	1,70	0
55	1	10	1,70	17
56	0	0	1,70	0
57	1	10	1,70	17
58	0	0	1,70	0
59	1	6	1,70	10,2
60	0	0	1,70	0
61	1	10	1,70	17
62	1	8	1,70	13,6
63	0	0	1,70	0
64	1	10	1,70	17
65	0	0	1,70	0
66	0	0	1,70	0
67	0	0	1,70	0
68	0	0	1,70	0
69	0	0	1,70	0
70	1	10	1,70	17
71	1	15	1,70	25,5
72	1	12	1,70	20,4
73	0	0	1,70	0
74	1	10	1,70	17
75	0	0	1,70	0
76	0	0	1,70	0
77	0	0	1,70	0
78	0	0	1,70	0
79	0	0	1,70	0
80	1	15	1,70	25,5
81	0	0	1,70	0
82	0	0	1,70	0
83	1	12	1,70	20,4
84	0	0	1,70	0
85	0	0	1,70	0
86	0	0	1,70	0
87	0	0	1,70	0
88	1	10	1,70	17
89	0	0	1,70	0
90	0	0	1,70	0
Média	**0,40**	**3,54**	**1,70**	**6,09**
Desvio Padrão	0,55	4,86	0,00	8,61

Mictório – Alunos

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	1	5	0,15	0,75
2	2	10	0,15	3
3	0	0	0,15	0
4	0,5	5	0,15	0,38
5	3	5	0,15	2,25
6	2	5	0,15	1,5
7	1	40	0,15	6
8	0,3	12	0,15	0,54

9	3	10	0,15	4,5
10	3	20	0,15	9
11	3	10	0,15	4,5
12	2	5	0,15	1,5
13	3	6	0,15	2,7
14	2	15	0,15	4,5
15	2	7	0,15	2,1
16	2	2	0,15	0,6
0	1	2	0,15	0,3
18	1	10	0,15	1,5
19	1	15	0,15	2,25
20	0	0	0,15	0
21	1	5	0,15	0,75
22	3	3	0,15	1,35
23	1	10	0,15	1,5
24	2	15	0,15	4,5
25	1	5	0,15	0,75
26	2	10	0,15	3
27	3	5	0,15	2,25
28	1	5	0,15	0,75
29	1	3	0,15	0,45
30	1	10	0,15	1,5
31	0	0	0,15	0
32	1	10	0,15	1,5
33	0	0	0,15	0
34	3	5	0,15	2,25
35	1	3	0,15	0,45
36	3	4	0,15	1,8
37	1	4	0,15	0,6
38	0	0	0,15	0
39	1	5	0,15	0,75
40	3	5	0,15	2,25
41	1	5	0,15	0,75
42	1	10	0,15	1,5
43	1	5	0,15	0,75
44	2	5	0,15	1,5
45	2	10	0,15	3
46	1	10	0,15	1,5
47	2	5	0,15	1,5
48	4	12,5	0,15	7,5
49	3	15	0,15	6,75
50	1	6	0,15	0,9
51	1	4	0,15	0,6
52	1	10	0,15	1,5
53	1	5	0,15	0,75
54	3	10	0,15	4,5
55	1	10	0,15	1,5
56	1	5	0,15	0,75
57	1	10	0,15	1,5
58	1	10	0,15	1,5
59	1	30	0,15	4,5
60	1	10	0,15	1,5
61	3	5	0,15	2,25
62	1	5	0,15	0,75
63	2	15	0,15	4,5
64	2	10	0,15	3

‘65	1	10	0,15	1,5
66	1	10	0,15	1,5
67	1	5	0,15	0,75
68	1	5	0,15	0,75
69	2	10	0,15	3
70	0	0	0,15	0
71	1	15	0,15	2,25
72	1	15	0,15	2,25
73	2	5	0,15	1,5
74	5	2	0,15	1,5
75	1	5	0,15	0,75
76	3	10	0,15	4,5
77	2	10	0,15	3
78	1	5	0,15	0,75
79	4	5	0,15	3
80	0	0	0,15	0
81	0	0	0,15	0
82	1	5	0,15	0,75
83	2	5	0,15	1,5
84	6	5	0,15	4,5
85	2	5	0,15	1,5
86	0	0	0,15	0
87	2	4	0,15	1,2
88	1	10	0,15	1,5
89	1	10	0,15	1,5
90	1	7	0,15	1,05
Média	**1,58**	**7,52**	**0,15**	**1,88**
Desvio Padrão	1,13	6,01	0,00	1,73

Torneira de lavatório - Alunas

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	1	5	0,09	0,43
2	4	10	0,09	3,40
3	2	5	0,09	0,85
4	2	10	0,09	1,70
5	4	10	0,09	3,40
6	2	15	0,09	2,55
7	3	5	0,09	1,28
8	4	8	0,09	2,72
9	4	6	0,09	2,04
10	3	10	0,09	2,55
11	2	8	0,09	1,36
12	*3*	*7*	0,09	*1,79*
13	*3*	*6*	0,09	*1,53*
14	*3*	*10*	0,09	*2,55*
15	*4*	*8*	0,09	*2,72*
16	*4*	*10*	0,09	*3,40*
17	*3*	*10*	0,09	*2,55*
18	*4*	*6*	0,09	*2,04*
19	*3*	*8*	0,09	*2,04*
Média	***3,05***	***8,26***	***0,09***	***2,15***
Desvio Padrão	0,91	2,54	0,00	0,84

Bebedouro - Alunas

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	2	10	0,01	0,29
2	0	0	0,01	0,00
3	2	15	0,01	0,43
4	5	20	0,01	1,45
5	6	10	0,01	0,87
6	5	12	0,01	0,87
7	4	5	0,01	0,29
8	6	15	0,01	1,30
9	3	10	0,01	0,43
10	0	0	0,01	0,00
11	2	4	0,01	0,12
12	0	0	0,01	0,00
13	2	5	0,01	0,14
14	0	0	0,01	0,00
15	1	7	0,01	0,10
16	1	5	0,01	0,07
17	2	9	0,01	0,26
18	0	0	0,01	0,00
19	2	5	0,01	0,14
Média	***2,26***	***6,95***	***0,01***	***0,36***
Desvio Padrão	2,05	5,88	0,00	0,45

Vaso sanitário - Alunas

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	1	3	1,70	5,10
2	4	3	1,70	20,40
3	1	5	1,70	8,50
4	2	10	1,70	34,00
5	2	12	1,70	40,80
6	1	10	1,70	17,00
7	2	12	1,70	40,80
8	2	10	1,70	34,00
9	2	10	1,70	34,00
10	3	3	1,70	15,30
11	2	5	1,70	17,00
12	3	5	1,70	25,50
13	3	8	1,70	40,80
14	3	7	1,70	35,70
15	3	9	1,70	45,90
16	3	5	1,70	25,50
17	2	6	1,70	20,40
18	3	5	1,70	25,50
19	3	9	1,70	45,90
Média	***2,37***	***7,21***	***1,70***	***28,01***
Desvio Padrão	*0,83*	*3,01*	*0,00*	*12,34*

Torneira de lavatório - Professoras

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	2	12	0,09	2,04
2	2	6	0,09	1,02
3	3	7	0,09	1,79
4	3	18	0,09	4,59
5	3	6	0,09	1,53
6	4	4	0,09	1,36
7	3	16	0,09	4,08
8	3	15	0,09	3,83
9	3	7	0,09	1,79
10	4	5	0,09	1,70
Média	**3,00**	**9,60**	**0,09**	**2,37**
Desvio Padrão	*0,67*	*5,15*	*0,00*	*1,28*

Bebedouro - Professoras

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	0	0	0,01	0,00
2	0	0	0,01	0,00
3	0	0	0,01	0,00
4	1	15	0,01	0,22
5	0	0	0,01	0,00
6	0	0	0,01	0,00
7	0	0	0,01	0,00
8	0	0	0,01	0,00
9	0	0	0,01	0,00
10	0	0	0,01	0,00
Média	**0,10**	**1,50**	**0,01**	**0,02**
Desvio Padrão	*0,32*	*4,74*	*0,00*	*0,07*

Vaso sanitário - Professoras

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	1	10	1,70	17,00
2	2	5	1,70	17,00
3	3	8	1,70	40,80
4	3	8	1,70	40,80
5	3	4	1,70	20,40
6	3	5	1,70	25,50
7	3	6	1,70	30,60
8	3	5	1,70	25,50
9	2	7	1,70	23,80
10	3	10	1,70	51,00
Média	**2,60**	**6,80**	**1,70**	**29,24**
Desvio Padrão	*0,70*	*2,15*	*0,00*	*11,44*

Torneira de lavatório – Professores

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	4	15	0,09	5,10
2	3	8	0,09	2,04
3	1	10	0,09	0,85
4	1	10	0,09	0,85
5	3	7	0,09	1,79
6	2	3	0,09	0,51
7	5	24	0,09	10,20
8	2	30	0,09	5,10
9	6	5	0,09	2,55
10	5	8	0,09	3,40
11	6	8	0,09	4,08
12	8	5	0,09	3,40
13	4	15	0,09	5,10
14	1	6	0,09	0,51
15	3	5	0,09	1,28
16	2	10	0,09	1,70
17	3	5	0,09	1,28
Média	**3,47**	**10,24**	**0,09**	**2,93**
Desvio Padrão	*2,00*	*7,21*	*0,00*	*2,48*

Bebedouro – Professores

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	0	0	0,01	0,00
2	0	0	0,01	0,00
3	2	10	0,01	0,29
4	0	0	0,01	0,00
5	0	0	0,01	0,00
6	0	0	0,01	0,00
7	2	10	0,01	0,29
8	2	15	0,01	0,43
9	0	0	0,01	0,00
10	0	0	0,01	0,00
11	0	0	0,01	0,00
12	0	0	0,01	0,00
13	0	0	0,01	0,00
14	0	5	0,01	0,00
15	0	0	0,01	0,00
16	0	0	0,01	0,00
17	0	0	0,01	0,00
Média	**0,35**	**2,35**	**0,01**	**0,06**
Desvio Padrão	*0,79*	*4,72*	*0,00*	*0,14*

Vaso sanitário - Professores

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	1	10	1,70	17,00
2	0	0	1,70	0,00
3	1	7	1,70	11,90
4	1	10	1,70	17,00
5	0	0	1,70	0,00
6	0	0	1,70	0,00
7	1	6	1,70	10,20
8	0	0	1,70	0,00
9	0	0	1,70	0,00
10	1	15	1,70	25,50
11	0	0	1,70	0,00
12	1	7	1,70	11,90
13	0	0	1,70	0,00
14	0	0	1,70	0,00
15	1	5	1,70	8,50
16	1	4	1,70	6,80
17	0	0	1,70	0,00
Média	**0,47**	**3,76**	**1,70**	**6,40**
Desvio Padrão	*0,51*	*4,74*	*0,00*	*8,05*

Mictório - Professores

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	3	10	0,15	4,50
2	0	0	0,15	0,00
3	4	6	0,15	3,60
4	5	10	0,15	7,50
5	1	7	0,15	1,05
6	0	0	0,15	0,00
7	4	10	0,15	6,00
8	1	10	0,15	1,50
9	0	0	0,15	0,00
10	2	5	0,15	1,50
11	2	10	0,15	3,00
12	4	5	0,15	3,00
13	4	5	0,15	3,00
14	2	10	0,15	3,00
15	2	4	0,15	1,20
16	2	5	0,15	1,50
17	1	6	0,15	0,90
Média	**2,18**	**6,06**	**0,15**	**2,43**
Desvio Padrão	*1,59*	*3,65*	*0,00*	*2,11*

Torneira de lavatório – Funcionários

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	6	6	0,09	3,06
2	5	20	0,09	8,50
3	3	8	0,09	2,04
4	2	5	0,09	0,85
5	5	15	0,09	6,38
6	2	11	0,09	1,87
7	4	20	0,09	6,80
8	3	10	0,09	2,55
9	5	20	0,09	8,50
10	5	8	0,09	3,40
11	4	5	0,09	1,70
12	2	10	0,09	1,70
13	0	0	0,09	0,00
14	3	10	0,09	2,55
15	4	5	0,09	1,70
16	6	4	0,09	2,04
17	4	8	0,09	2,72
18	7	6	0,09	3,57
19	3	5	0,09	1,28
20	3	6	0,09	1,53
21	3	5	0,09	1,28
22	4	5	0,09	1,70
23	4	4	0,09	1,36
24	3	7	0,09	1,79
25	4	5	0,09	1,70
26	5	7	0,09	2,98
27	4	10	0,09	3,40
28	2	7	0,09	1,19
Média	**3,75**	**8,50**	**0,09**	**2,79**
Desvio Padrão	1,48	4,76	0,00	2,17

Bebedouro - Funcionários

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	0	0	0,01	0,00
2	1	5	0,01	0,07
3	0	0	0,01	0,00
4	1	6	0,01	0,09
5	0	0	0,01	0,00
6	0	0	0,01	0,00
7	0	0	0,01	0,00
8	2	8	0,01	0,23
9	3	10	0,01	0,43
10	0	0	0,01	0,00
11	0	0	0,01	0,00
12	0	0	0,01	0,00
13	0	0	0,01	0,00
14	0	0	0,01	0,00

15	0	0	0,01	0,00
16	0	0	0,01	0,00
17	0	0	0,01	0,00
18	0	0	0,01	0,00
19	0	0	0,01	0,00
20	0	0	0,01	0,00
21	0	0	0,01	0,00
22	0	0	0,01	0,00
23	0	0	0,01	0,00
24	0	0	0,01	0,00
25	2	5	0,01	0,14
26	0	0	0,01	0,00
27	0	0	0,01	0,00
28	0	0	0,01	0,00
Média	**0,32**	**1,21**	**0,01**	**0,03**
Desvio Padrão	0,77	2,78	0,00	0,09

Vaso sanitário - Funcionários

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	1	10	1,70	17,00
2	0	0	1,70	0,00
3	0	0	1,70	0,00
4	0	0	1,70	0,00
5	1	10	1,70	17,00
6	0	0	1,70	0,00
7	1	8	1,70	13,60
8	0	0	1,70	0,00
9	1	10	1,70	17,00
10	0	0	1,70	0,00
11	0	0	1,70	0,00
12	1	7	1,70	11,90
13	1	8	1,70	13,60
14	0	0	1,70	0,00
15	0	0	1,70	0,00
16	1	10	1,70	17,00
17	0	0	1,70	0,00
18	0	0	1,70	0,00
19	1	6	1,70	10,20
20	0	0	1,70	0,00
21	1	8	1,70	13,60
22	1	10	1,70	17,00
23	0	0	1,70	0,00
24	1	10	1,70	17,00
25	1	12	1,70	20,40
26	0	0	1,70	0,00
27	0	0	1,70	0,00
28	3	7	1,70	35,70
Média	**0,54**	**4,14**	**1,70**	**7,89**
Desvio Padrão	0,69	4,67	0,00	9,59

Mictório - Funcionários

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	3	5	0,15	2,25
2	2	10	0,15	3,00
3	3	10	0,15	4,50
4	2	3	0,15	0,90
5	3	5	0,15	2,25
6	2	10	0,15	3,00
7	3	5	0,15	2,25
8	3	8	0,15	3,60
9	2	5	0,15	1,50
10	4	7	0,15	4,20
11	2	10	0,15	3,00
12	2	2	0,15	0,60
13	3	5	0,15	2,25
14	1	20	0,15	3,00
15	3	20	0,15	9,00
16	6	10	0,15	9,00
17	3	15	0,15	6,75
18	3	7	0,15	3,15
19	2	5	0,15	1,50
20	3	5	0,15	2,25
21	3	5	0,15	2,25
22	3	7	0,15	3,15
23	0	0	0,15	0,00
24	2	8	0,15	2,40
25	3	6	0,15	2,70
26	4	7	0,15	4,20
27	2	7	0,15	2,10
28	4	10	0,15	6,00
Média	**2,71**	**7,75**	**0,15**	**3,24**
Desvio Padrão	1,08	4,58	0,00	2,17

Tanque de laboratório - Funcionários

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	0	0	0,15	0,00
2	0	0	0,15	0,00
3	2	30	0,15	9,13
4	2	15	0,15	4,56
5	3	25	0,15	11,41
6	0	0	0,15	0,00
7	0	0	0,15	0,00
8	0	0	0,15	0,00
9	0	0	0,15	0,00
10	0	0	0,15	0,00
11	0	0	0,15	0,00
12	2	10	0,15	3,04
13	0	0	0,15	0,00
14	0	0	0,15	0,00
15	0	0	0,15	0,00

16	0	0	0,15	0,00
17	0	0	0,15	0,00
18	0	0	0,15	0,00
19	0	0	0,15	0,00
20	0	0	0,15	0,00
21	0	0	0,15	0,00
22	0	0	0,15	0,00
23	0	0	0,15	0,00
24	0	0	0,15	0,00
25	0	0	0,15	0,00
26	0	0	0,15	0,00
27	0,14	600	0,15	13,04
28	0	0	0,15	0,00
Média	**0,33**	**24,29**	**0,15**	**1,47**
Desvio Padrão	0,82	113,09	0,00	3,62

Torneira de lavatório – Funcionárias

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	6	10	0,09	5,10
2	9	10	0,09	7,65
3	6	15	0,09	7,65
4	4	10	0,09	3,40
5	4	30	0,09	10,20
6	3	10	0,09	2,55
7	3	20	0,09	5,10
8	5	5	0,09	2,13
9	2	15	0,09	2,55
10	4	10	0,09	3,40
11	5	7	0,09	2,98
12	2	8	0,09	1,36
13	4	10	0,09	3,40
14	3	16	0,09	4,08
15	5	30	0,09	12,75
16	5	10	0,09	4,25
17	2	5	0,09	0,85
18	3	8	0,09	2,04
19	3	20	0,09	5,10
20	4	6	0,09	2,04
21	3	15	0,09	3,83
22	10	20	0,09	17,00
23	4	3	0,09	1,02
24	3	7	0,09	1,79
25	3	8	0,09	2,04
26	3	9	0,09	2,30
27	5	10	0,09	4,25
28	4	5	0,09	1,70
29	5	30	0,09	12,75
30	4	30	0,09	10,20
31	3	30	0,09	7,65
32	4	20	0,09	6,80
33	4	30	0,09	10,20

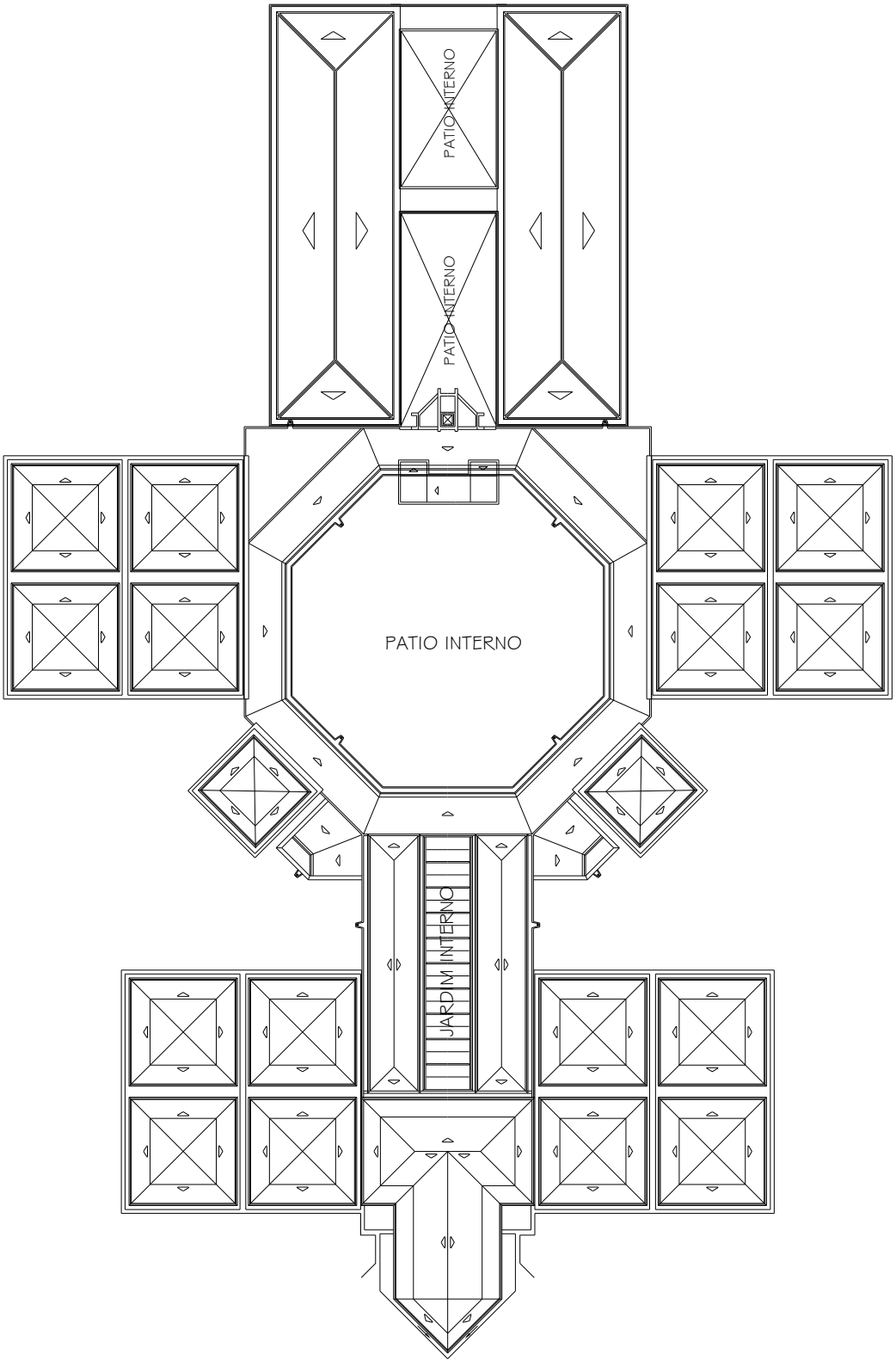
34	4	30	0,09	10,20
35	10	20	0,09	17,00
36	5	8	0,09	3,40
37	3	10	0,09	2,55
38	2	15	0,09	2,55
Média	**4,24**	**14,61**	**0,09**	**5,42**
Desvio Padrão	1,92	8,71	0,00	4,30

Bebedouro- Funcionárias

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	1	4	0,01	0,06
2	0	0	0,01	0,00
3	0	0	0,01	0,00
4	0	0	0,01	0,00
5	0	0	0,01	0,00
6	0	0	0,01	0,00
7	0	0	0,01	0,00
8	0	0	0,01	0,00
9	0	0	0,01	0,00
10	0	0	0,01	0,00
11	0	0	0,01	0,00
12	0	0	0,01	0,00
13	0	0	0,01	0,00
14	0	0	0,01	0,00
15	0	0	0,01	0,00
16	0	0	0,01	0,00
17	1	5	0,01	0,07
18	0	0	0,01	0,00
19	0	0	0,01	0,00
20	0	0	0,01	0,00
21	2	6	0,01	0,17
22	0	0	0,01	0,00
23	0	0	0,01	0,00
24	0	0	0,01	0,00
25	0	0	0,01	0,00
26	1	4	0,01	0,06
27	0	0	0,01	0,00
28	0	0	0,01	0,00
29	0	0	0,01	0,00
30	1	10	0,01	0,14
31	0	0	0,01	0,00
32	0	0	0,01	0,00
33	1	6	0,01	0,09
34	2	5	0,01	0,14
35	0	0	0,01	0,00
36	0	0	0,01	0,00
37	0	0	0,01	0,00
38	0	0	0,01	0,00
Média	**0,24**	**1,05**	**0,01**	**0,02**
Desvio Padrão	0,54	2,39	0,00	0,05

Vaso sanitário - Funcionárias

Nº	Freqüência (vezes/dia)	Tempo (segundos/vez)	Vazão (litros/s)	Consumo (litros/dia)
1	5	4	1,70	34,00
2	5	8	1,70	68,00
3	3	10	1,70	51,00
4	4	7	1,70	47,60
5	2	5	1,70	17,00
6	2	15	1,70	51,00
7	3	12	1,70	61,20
8	4	15	1,70	102,00
9	2	15	1,70	51,00
10	2	10	1,70	34,00
11	3	5	1,70	25,50
12	2	10	1,70	34,00
13	2	15	1,70	51,00
14	3	10	1,70	51,00
15	2	5	1,70	17,00
16	3	5	1,70	25,50
17	3	5	1,70	25,50
18	3	10	1,70	51,00
19	3	10	1,70	51,00
20	3	5	1,70	25,50
21	3	7	1,70	35,70
22	4	10	1,70	68,00
23	5	7	1,70	59,50
24	3	10	1,70	51,00
25	3	12	1,70	61,20
26	3	5	1,70	25,50
27	5	8	1,70	68,00
28	4	5	1,70	34,00
29	3	12	1,70	61,20
30	3	5	1,70	25,50
31	3	8	1,70	40,80
32	4	8	1,70	54,40
33	4	5	1,70	34,00
34	5	10	1,70	85,00
35	3	7	1,70	35,70
36	4	6	1,70	40,80
37	2	10	1,70	34,00
38	2	8	1,70	27,20
Média	**3,21**	**8,53**	**1,70**	**45,14**
Desvio Padrão	0,96	3,24	0,00	18,68

APÊNDICE 4

Planta de cobertura do SENAI/Florianópolis.
Sem escala.