

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES  
TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

# **Uso Racional de Água no Campus da UFSC**

ANDRÉ NEIS BOTELHO  
Orientador: Prof. Enedir Ghisi, Ph.D.

Florianópolis  
2006

# **Uso Racional de Água no Campus da UFSC**

ANDRÉ NEIS BOTELHO

Trabalho de iniciação científica realizado através do programa de bolsa de treinamento sob orientação do Prof. EneDir Ghisi e coordenação do Escritório Técnico da Universidade Federal de Santa Catarina (ETUSC).

---

André Neis Botelho  
Bolsista

---

Prof. EneDir Ghisi,  
Orientador

---

Eng. Maria Dolores T. Leite  
Coordenadora

*Dedico este trabalho a minha mãe*

# gradecimentos

Primeiramente aos meus pais, Natalino João Botelho e Luzia Neis Botelho, pelo carinho e incentivo.

Ao meu irmão, Abner Neis Botelho, pela amizade e companheirismo.

À minha madrinha Tereza Neis, minha segunda mãe, pela ajuda e carinho.

Ao professor Eneir, pelo profissionalismo, dedicação e paciência no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE, pelo suporte para o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, pelas novas oportunidades de aprendizado.

Aos amigos Marlos Amarante, Milton Muller Jr, Moisés Proença Rosa e Vicente Fritzen da Silva, pela amizade e lealdade.

E a todos aqueles que me ajudaram, direta ou indiretamente, compreendendo a minha falta de tempo e de atenção, para a conclusão desse desafio.

# *S*umário

Lista de Figuras .....	VIII
Lista de Tabelas .....	X
Resumo .....	XII
<b><u>1</u></b> <b><u>INTRODUÇÃO</u></b> .....	<b>1</b>
1.1    OBJETIVO GERAL .....	2
1.2    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b><u>2</u></b> <b><u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u></b> .....	<b>3</b>
2.1    INTRODUÇÃO .....	3
2.2    APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA .....	12
2.2.1    HISTÓRICO .....	15
2.2.2    ÁGUA DE CHUVA.....	17
2.2.3    CHUVA ÁCIDA.....	18
2.2.4    SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA .....	19
2.2.4.1    Coleta .....	21
2.2.4.2    Tratamento.....	22
2.2.4.3    Armazenamento.....	28
2.2.4.3.1    Dimensionamento.....	29
2.2.4.4    Distribuição .....	31
2.2.4.5    Cuidados necessários .....	32
2.2.5    APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO MUNDO .....	33
2.2.6    APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO BRASIL.....	35
2.3    REÚSO DE ÁGUAS CINZAS.....	39
2.3.1    DEFINIÇÕES .....	42
2.3.2    HISTÓRICO .....	46
2.3.3    ÁGUAS CINZAS .....	48
2.3.4    SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS .....	48
2.3.5    QUALIDADE DAS ÁGUAS CINZAS .....	50
2.3.6    TRATAMENTO.....	54
2.3.7    CUIDADOS NECESSÁRIOS .....	55
2.3.8    EXEMPLOS DE CASOS .....	56
2.4    EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES .....	58
2.4.1    PERDAS.....	60

2.4.2	NECESSIDADES DE MANUTENÇÃO .....	64
2.4.3	EXEMPLOS DE EQUIPAMENTOS .....	65
2.4.3.1	Mictório sem água.....	68
2.4.4	ANÁLISE TECNO-ECONÔMICA .....	69
2.4.5	EXEMPLOS BRASILEIROS .....	70
2.4.5.1	Estudo de caso: escola municipal de Campinas, São Paulo .....	71
2.4.5.2	Estudos de casos apresentados pela ANA.....	73
<b>2.5</b>	<b>CAMPANHAS DE CONSCIENTIZAÇÃO .....</b>	<b>76</b>
2.5.1	USOS FINAIS .....	79
2.5.2	CONSUMO PER CAPTA.....	82
2.5.3	O TRATAMENTO DA ÁGUA .....	84
2.5.4	COMO VERIFICAR VAZAMENTOS .....	87
2.5.5	EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS .....	90
<b>3</b>	<b><u>METODOLOGIA.....</u></b>	<b><u>92</u></b>
<b>3.1</b>	<b>ELABORAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE USO RACIONAL DE ÁGUA .....</b>	<b>92</b>
<b>3.2</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE DESCARTE .....</b>	<b>92</b>
<b>3.3</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DOS FILTROS DE AREIA.....</b>	<b>94</b>
<b>3.4</b>	<b>LEVANTAMENTO DE EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA .....</b>	<b>95</b>
<b>3.5</b>	<b>ANÁLISE PARA PROPOSTAS DE CAMPANHAS DE CONSCIENTIZAÇÃO .....</b>	<b>96</b>
<b>4</b>	<b><u>RESULTADOS .....</u></b>	<b><u>97</u></b>
<b>4.1</b>	<b>ESTRATÉGIAS DE PROJETO DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA.....</b>	<b>97</b>
4.1.1	PROCESSO DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA .....	103
4.1.2	PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA .....	105
4.1.3	DISPOSITIVO DE DESCARTE .....	106
4.1.3.1	Dispositivos que necessitam de operadores .....	107
4.1.3.2	Dispositivo que não necessitam de operadores .....	111
4.1.3.3	Dimensionamento .....	114
4.1.4	PROCESSO DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA.....	116
4.1.5	PROCESSO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA.....	117
<b>4.2</b>	<b>ESTRATÉGIAS DE PROJETO DE SISTEMAS DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS .</b>	<b>120</b>
4.2.1	PROCESSO DE COLETA DE ÁGUAS CINZAS .....	124
4.2.2	PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS.....	125
4.2.2.1	Filtro de areia .....	125
4.2.3	PROCESSO DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS CINZAS .....	126
4.2.4	PROCESSO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS CINZAS .....	126
<b>4.3</b>	<b>ESTRATÉGIAS DE PROJETO DE SISTEMAS INTEGRADOS.....</b>	<b>127</b>
4.3.1	PROCESSO DE COLETA DE ÁGUA DE CHUVA E ÁGUAS CINZAS .....	134
4.3.2	PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA E ÁGUAS CINZAS.....	134
4.3.3	PROCESSO DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA E ÁGUAS CINZAS .....	134
4.3.3.1	Processo de armazenamento com 1 reservatório superior.....	134

4.3.3.2	Processo de armazenamento com 2 reservatórios superiores .....	135
4.3.4	PROCESSO DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E ÁGUAS CINZAS .....	135
<b>4.3</b>	<b>EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA .....</b>	<b>136</b>
3.1.1	TORNEIRAS.....	137
4.3.1.1	Torneiras hidromecânicas .....	137
4.3.1.2	Torneiras automáticas.....	142
4.3.1.3	Equipamentos especiais de torneiras .....	146
4.3.2	AREJADORES .....	149
4.3.3	MICTÓRIOS .....	151
4.3.3.1	Válvulas hidromecânicas.....	152
4.3.3.2	Válvulas eletrônicas .....	155
4.3.3.3	Mictórios sem água .....	158
4.3.3.4	Equipamentos antivandalismo para mictórios .....	160
4.3.4	VASOS SANITÁRIOS.....	161
4.3.4.1	Caixas de descarga para embutir.....	170
4.3.4.2	Acabamento para as válvulas de descarga .....	174
4.3.5	CHUVEIROS .....	175
4.3.5.1	Comandos.....	175
4.3.5.2	Equipamentos antivandalismo.....	177
4.3.6	REDUTORES DE VAZÃO .....	178
4.3.7	REDUÇÕES MÉDIAS.....	180
<b>4.4</b>	<b>CAMPANHAS DE CONSCIENTIZAÇÃO .....</b>	<b>181</b>
4.4.1	ANÁLISE .....	182
4.4.2	PROPOSTA .....	184
4.4.3	FRASES .....	185
<b>5</b>	<b><u>CONCLUSÃO</u>.....</b>	<b>186</b>
5.1	LIMITAÇÕES DE PESQUISA .....	187
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	188
<b>6</b>	<b><u>BIBLIOGRAFIA</u>.....</b>	<b>190</b>

# *L*ista de figuras

## ***2* Revisão bibliográfica**

---

Fig 2.1: Uso da água potável por atividade no mundo .....	4
Fig 2.2: Uso da água potável por atividade no Brasil .....	5
Fig 2.3: População em cidades com mais de 1 milhão de habitantes .....	6
Fig 2.4: Disponibilidade hídrica no mundo .....	7
Fig 2.5: Área territorial, disponibilidade hídrica e população por regiões brasileiras .....	10
Fig 2.6: Déficit do setor de saneamento por regiões brasileiras.....	11
Fig 2.7: Torneira de acionamento restrito.....	33
Fig 2.8: Caldeirão .....	36
Fig 2.9: Caxio .....	37
Fig 2.10: Abertura da cacimba .....	38
Fig 2.11: Porcentagem de águas cinzas geradas por aparelho em um apartamento .....	40
Fig 2.12: Perdas de água por regiões brasileiras .....	63
Fig 2.13: Mictório sem água .....	68
Fig 2.14: Consumo de água potável em alguns países.....	83
Fig 2.15: Consumo médio de água em cada região brasileira em 2003 .....	84
Fig 2.16: Redução do consumo advinda do conserto de vazamentos - unidades localizadas no campus universitário da UNICAMP .....	90

## ***4* Resultados**

---

Fig 4.1: Esquema de funcionamento de um sistema de aproveitamento de água de chuva.....	98
Fig 4.2: Sistema de aproveitamento de água de chuva com torre de reservatórios .....	100
Fig 4.3: Sistema de aproveitamento de água de chuva com reservatórios na cobertura da edificação .....	102
Fig 4.4: Dispositivo para descarte das primeiras águas coletadas encontrado em algumas bibliografias.....	108
Fig 4.5: Dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas com sistema de tampa e bóia .....	109
Fig 4.6: Dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas com sistema de lâmina e bóia.....	110
Fig 4.7: Dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas com descarte diretamente no solo.....	112
Fig 4.8: Dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas com tanque de areia vazado.....	113

Fig 4.9: Dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas com tanque de areia e descarte por evaporação.....	114
Fig 4.10: Esquema isométrico do processo de distribuição de água de chuva em um banheiro .....	118
Fig 4.11: Esquema de funcionamento de um sistema de reúso de águas cinzas.....	121
Fig 4.12: Sistema de reúso de águas cinzas com torre de reservatórios .....	122
Fig 4.13: Sistema de reúso de águas cinzas com reservatórios na cobertura da edificação .....	123
Fig 4.14: Esquema isométrico do processo de distribuição de águas cinzas em um banheiros .....	127
Fig 4.15: Esquema de funcionamento de um sistema integrado utilizando um reservatório inferior e um reservatório superior.....	128
Fig 4.16: Esquema de funcionamento de um sistema integrado utilizando reservatórios inferiores distintos e um único reservatório superior .....	129
Fig 4.17: Esquema de funcionamento de um sistema integrado utilizando reservatórios inferiores e superiores distintos .....	130
Fig 4.18: Sistema de aproveitamento de água de chuva integrado a um sistema de reúso de águas cinzas com torre de reservatórios.....	131
Fig 4.19: Sistema de aproveitamento de água de chuva integrado a um sistema de reúso de águas cinzas com reservatórios na cobertura da edificação .....	132
Fig 4.20: Sistema de aproveitamento de água de chuva integrado a um sistema de reúso de águas cinzas com reservatórios distintos na cobertura da edificação .....	133
Fig 4.21: Esquema isométrico do processo de distribuição de água de chuva e águas cinzas em um banheiro utilizando dois reservatórios superiores distintos .....	136

# *L*ista de tabelas

## *2* Revisão bibliográfica

---

Tabela 2.1: Distribuição dos recursos hídricos no planeta .....	3
Tabela 2.2: Disponibilidade hídrica no último século no Brasil.....	9
Tabela 2.3: Classificação da disponibilidade de água.....	9
Tabela 2.4: Parâmetros analisados da água de chuva .....	17
Tabela 2.5: Tratamento necessário para diferentes usos de água.....	23
Tabela 2.6: Variação da qualidade da água de chuva devido a sua coleta.....	24
Tabela 2.7: Exigências mínimas para uso de água não potável para diferentes atividades .....	26
Tabela 2.8: Principais usos de águas cinzas.....	41
Tabela 2.9: Definições de tipos de água .....	42
Tabela 2.10: Definições de reúso .....	44
Tabela 2.11: Definições de efluentes .....	46
Tabela 2.12: Comparação da caracterização das águas cinzas conforme alguns autores .....	51
Tabela 2.13: Parâmetros característicos das águas cinzas classe 1 .....	52
Tabela 2.14: Parâmetros básicos das águas cinzas classe 2 .....	53
Tabela 2.15: Parâmetros básicos das águas cinzas classe 3 .....	54
Tabela 2.16: Casos de sucesso em reúso de águas cinzas .....	57
Tabela 2.17: Volumes perdidos em vazamentos.....	61
Tabela 2.18: Perdas de água em alguns países .....	62
Tabela 2.19: Vaso sanitário (considerando 4 acionamentos diários por usuário) .	66
Tabela 2.20: Torneira (considerando 4 usos diários por pessoa).....	67
Tabela 2.21: Mictórios .....	67
Tabela 2.22: Chuveiro .....	67
Tabela 2.23: Exemplos brasileiros de instalação de equipamentos economizadores de água .....	70
Tabela 2.24: Equipamentos economizadores de água instalados por ponto de consumo - estudo de caso de uma escola municipal de Campinas, em São Paulo.....	72
Tabela 2.25: Estudo de caso de economia de água através da instalação de equipamentos economizadores em edifícios .....	74
Tabela 2.26: Redução de consumo de água através da substituição de vasos sanitários e aparelhos sanitários em uma escola municipal.....	75
Tabela 2.27: Redução do consumo e custo através da troca de aparelhos em edifício comercial em São Paulo .....	75
Tabela 2.28: Impacto da redução de consumo de água através da substituição de vasos sanitários em um shopping center em São Paulo.....	76
Tabela 2.29: Reduções de consumo através da instalação de registros restritores de vazão em um edifício residencial e um hotel em São Paulo .....	76

Tabela 2.30: Maneiras simples de se economizar água em casa .....	78
Tabela 2.31: Porcentual de consumo de água tratada por ponto de utilização de uma residência em alguns países .....	80
Tabela 2.32: Uso final de água tratada para consumo em prédios públicos de Florianópolis.....	82
Tabela 2.33: Processos de tratamento.....	85
Tabela 2.34: Sistema de tratamento recomendados em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água .....	87
Tabela 2.35: Defeitos/falhas de aparelhos sanitários e as possíveis intervenções necessárias .....	88

## **✍ Resultados**

---

Tabela 4.1: Torneiras hidromecânicas .....	138
Tabela 4.2: Torneiras automáticas .....	142
Tabela 4.3: Equipamentos especiais de torneiras.....	146
Tabela 4.4: Arejadores de água .....	149
Tabela 4.5: Válvulas de descarga de mictórios hidromecânicas .....	152
Tabela 4.6: Válvulas de descarga de mictórios eletrônicas.....	155
Tabela 4.7: Mictórios sem água .....	159
Tabela 4.8: Equipamentos antivandalismo de mictórios .....	161
Tabela 4.9: Vasos sanitários .....	162
Tabela 4.10: Caixas de descarga para embutir.....	170
Tabela 4.11: Acabamento para válvula de descarga .....	175
Tabela 4.12: Comandos economizadores de água para chuveiros.....	176
Tabela 4.13: Equipamentos antivandalismo de chuveiros .....	178
Tabela 4.14: Registros reguladores de vazão .....	179
Tabela 4.15: Reduções médias de água através da instalação de alguns equipamentos economizadores .....	180

# Resumo

A água é um elemento essencial à vida. E como tal, é fundamental que a mesma seja utilizada de forma consciente e racional. Atualmente, cerca de milhares de pessoas já sofrem com problemas relacionados com a falta de água. O Brasil, apesar do grande potencial hídrico, já sente os reflexos desta crise global. Diante desta situação, é essencial que sejam desenvolvidas técnicas e propostas objetivando o uso racional de água. E sendo assim, a Universidade Federal de Santa Catarina é um local favorável para a realização deste estudo. Conhecendo as possíveis técnicas visando a economia de água potável, a preservação dos recursos hídricos e a estrutura e as atividades desenvolvidas no campus, o estudo do uso racional de água na UFSC foi desenvolvido e dividido em quatro itens. O primeiro, trata-se do emprego da técnica de aproveitamento de água de chuva. Após uma análise geral das edificações universitárias, foram desenvolvidas estratégias de projeto para implantação destes sistemas. Nestes esquemas de projeto, foram elaboradas algumas alternativas quanto à instalação dos reservatórios que compõem o sistema. Além disso, foram desenvolvidas alternativas de dispositivos para descarte das primeiras águas de chuva coletadas para garantia de parâmetros qualitativos adequados para o aproveitamento da água de chuva nas edificações universitárias. O segundo item pesquisado trata-se da técnica de reúso de águas cinzas. Assim como os sistemas de aproveitamento de água de chuva, também foram realizadas estratégias de projeto de sistemas de reúso de águas cinzas. Entretanto, ao invés de dispositivos de descarte, foi proposto o uso de filtros de areia para o tratamento das águas cinzas. Os sistemas de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas também foram estudados para serem implantados de forma integrada nas edificações universitárias. Neste caso, alternativas de compartilhamento de reservatórios foram criadas para melhor atender as necessidades e particularidades das edificações. Já o terceiro item desta pesquisa, trata-se de um levantamento de equipamentos economizadores de água apropriados para serem instalados na UFSC. Foram encontrados, através de pesquisas via internet e do contato com os fabricantes, vários tipos de equipamentos economizadores, os quais foram divididos em grupos. Por último, através da identificação dos principais grupos de consumidores e usos finais de água, foi realizada uma proposta de campanha de conscientização de uso racional de água no campus universitário. Como as principais atividades consumidoras de água identificadas estão ligadas aos banheiros das edificações universitárias, observou-se que as campanhas de conscientização podem ser realizadas nos próprios banheiros através de cartazes e adesivos. Os itens pesquisados neste estudo de uso racional de água são abrangentes e tendem cercar a UFSC de vários meios de redução de consumo. Os sistemas de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas foram esquematizados da forma o mais simples possível para facilitar a implantação destes sistemas. Todas as propostas estudadas são coerentes quanto a atual crise global de água e podem ser seguramente implantadas na UFSC.

# 1 *I*ntrodução

A água é um recurso essencial à vida. Frequentemente, esquece-se de que a água é um mineral. Entretanto, o que diferencia a água de todos os demais minerais é que a água é um recurso renovável (TOMAZ, 1998). Até algumas décadas atrás, os livros clássicos usados nos cursos de Economia, tratavam a água como exemplo de "bem não econômico", ou seja, aquele que é tão abundante e inesgotável, que não tinha, portanto, valor econômico (UNIÁGUA, 2004).

No entanto, este recurso tem se tornado cada vez mais escasso. Atualmente, a água constitui o fator limitante para o desenvolvimento agrícola, urbano e industrial, pois, a disponibilidade de água doce per capita vem sendo reduzida rapidamente. O crescimento populacional acentuado e desordenado, aliado ao aumento gradativo da demanda e à contínua poluição dos mananciais ainda disponíveis, são os principais fatores que contribuem para o aumento do consumo de água, principalmente nos grandes centros urbanos (ANA *et al.*, 2005).

A demanda de água no mundo é cada vez maior. Uma avaliação realizada pela Organização das Nações Unidas, indicou que a demanda de água cresce em velocidade duas vezes maior do que o crescimento da população. Acredita-se ainda, que a falta de água será considerada como um dos motivos que levará países a guerras (CHENG, 2000 *apud* PAULA *et al.*, 2005).

A escassez de água não pode mais ser atribuída exclusivamente para regiões áridas e semi-áridas. Muitas áreas com grande potencial hídrico também experimentam conflitos de usos e sofrem restrições de consumo que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida (ANA *et al.*, 2005).

A importância da água para a sobrevivência das populações e para o desenvolvimento de suas atividades vem estimulando o desenvolvimento de novas pesquisas relacionadas ao uso racional de água. A arquitetura tem a necessidade de se enquadrar neste contexto mundial que se caracteriza pela constatação da necessidade de

implantação do desenvolvimento sustentável. A busca de tecnologias e métodos que favoreçam o uso racional de água é fundamental para garantir o desenvolvimento sustentável da sociedade.

### **1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é definir estratégias de projeto para promover o uso racional de água no campus da Universidade Federal de Santa Catarina. Serão apresentadas estratégias relacionadas ao aproveitamento de água de chuva, reúso de águas cinzas, uso de equipamentos economizadores de água e campanhas de conscientização dos usuários.

### **1.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Desenvolver estratégias de projeto para aproveitamento de água de chuva;
- Desenvolver estratégias de projeto para reúso de águas cinzas;
- Desenvolver estratégias de projeto de sistemas integrados de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas;
- Levantar os equipamentos economizadores de água adequados para serem instalados na UFSC;
- Realizar propostas de campanhas de conscientização dos usuários sobre o uso racional de água.

## 2 *R*evisão bibliográfica

### 2.1 Introdução

A água é a substância mais abundante na Terra. Existem cerca de 1.386 milhões de km<sup>3</sup> de água no planeta Terra (SHIKLOMANOV, 2001 *apud* MAY *et al.*, 2004). Cientistas comprovam que três quartos da massa do planeta são de água (MIELI, 2001). Conforme mostra a Tabela 2.1, embora a água esteja presente em grande quantidade, a maior parte encontra-se nos oceanos e somente pequena parcela desta água no mundo é doce (UNIÁGUA, 2004 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

**Tabela 2.1: Distribuição dos recursos hídricos no planeta**

<b>LOCAIS</b>	<b>%</b>
Mares e oceanos	97,40
Atmosfera	0,001
Rios e lagos superficiais	0,014
Aqüíferos subterrâneos	0,585
Geleiras e capas polares	2,000

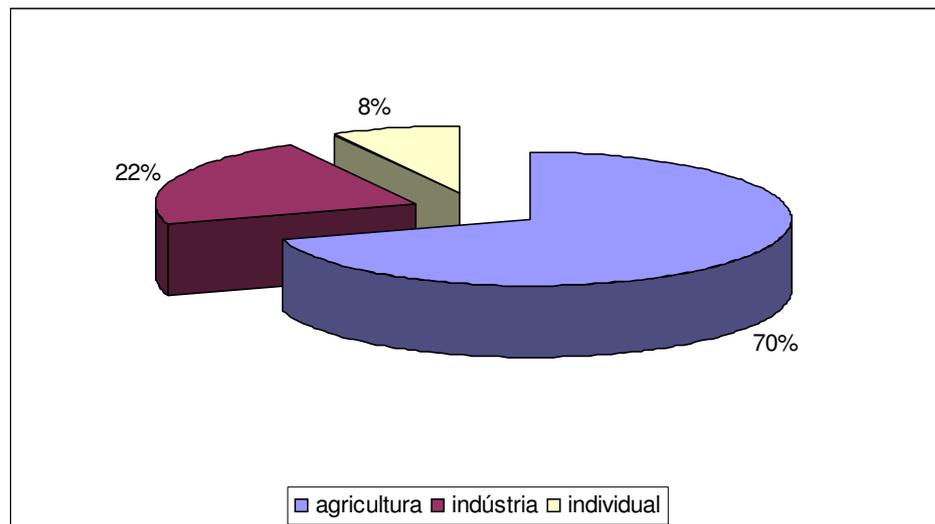
**Fonte: UNIÁGUA (2004) *apud* BRESSAN *et al.* (2005)**

Restam para meios potáveis, apenas 2,5% de água doce. Ainda assim, deste pequeno percentual de água potável, cerca de 90,0% encontra-se em lugares inacessíveis atualmente, como na forma de gelos polares ou em depósitos muito profundos (TIETÊ, 2004 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005). A água efetivamente utilizada pela população corresponde a uma parcela mínima de 0,001% das águas do planeta (FELDMANN, 1994 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

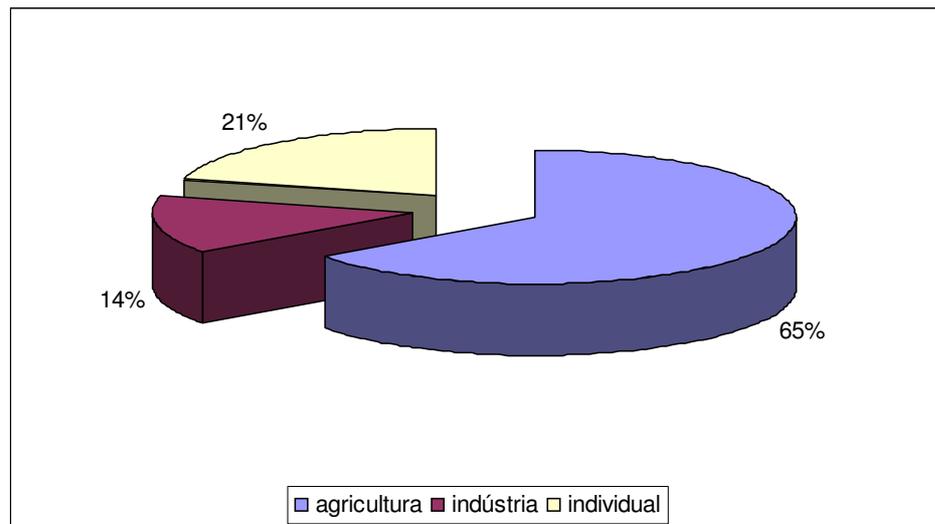
Aliado a esta pequena disponibilidade de água potável no planeta, a distribuição deste recurso é desigual nas diversas regiões do planeta (OLIVEIRA, 2005). Regiões como Ásia e América do Sul possuem os maiores potenciais hídricos do planeta,

enquanto a Oceania, Austrália e a Tasmânia possuem os menores valores (BRESSAN *et al.*, 2005).

Em valores globais, a quantidade de água disponível é superior ao total consumido pela população. Estudos demonstram que na maior parte da Terra há déficit de recursos hídricos (ARAÚJO, 1988 *apud* OLIVEIRA, 2005). O alto padrão de consumo hídrico está associado principalmente à irrigação, processo que utiliza mais de 70% da água doce consumida. A indústria é responsável por 22% do consumo e o uso doméstico por 8%. No entanto, há estimativas de que o consumo industrial duplicará até 2025 (SOECO/MG, 2004 *apud* OLIVEIRA, 2005). As Figuras 2.1 e 2.2, demonstram o uso da água potável por atividade no mundo e no Brasil, respectivamente.



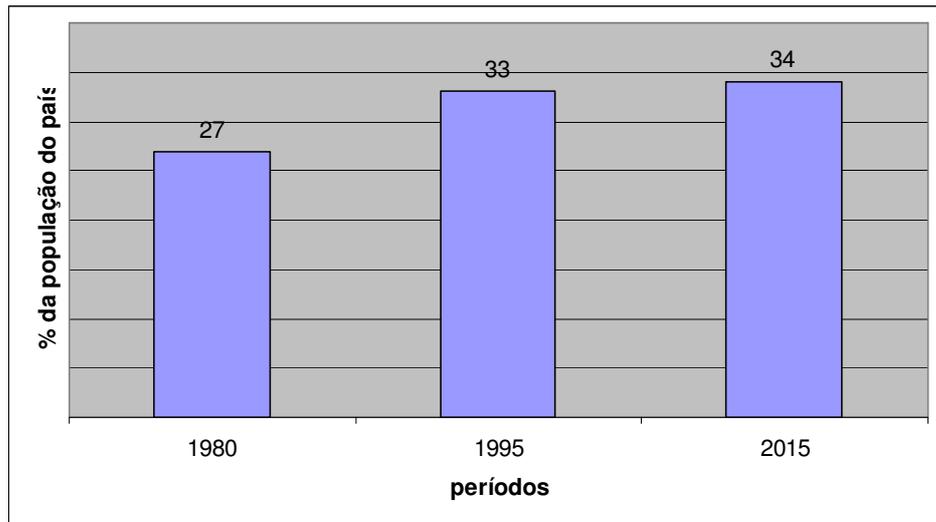
**Fig 2.1: Uso da água potável por atividade no mundo**  
**Fonte: WORLD RESOURCES INSTITUTE (1999)**



**Fig 2.2: Uso da água potável por atividade no Brasil**  
**Fonte: TUCCI *et al.* (2001)**

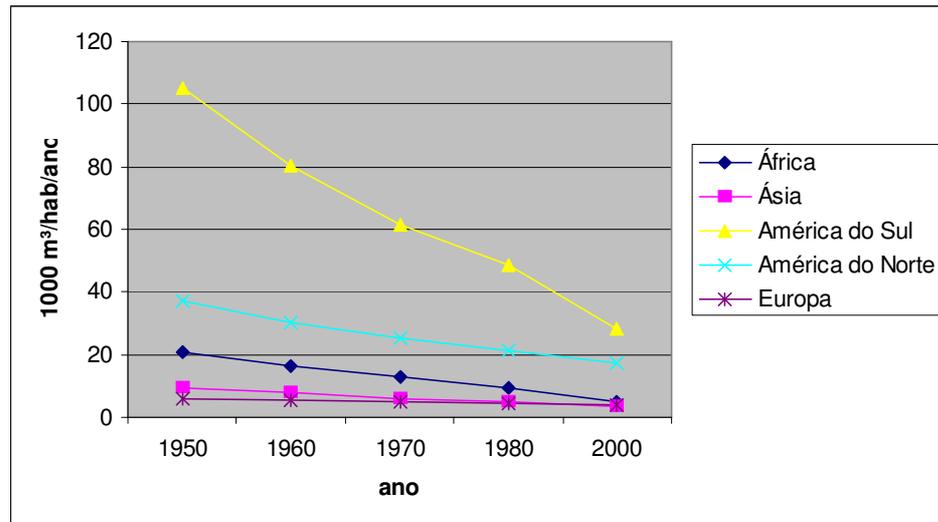
Outro fator que contribui para a escassez de água é o crescimento populacional juntamente à expansão urbana que exigem maiores volumes de água (TUNDISI, 2003 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005). Em 1830 a humanidade chegou ao contingente de 1 bilhão de habitantes. Menos de um século depois, em 1927, chegou ao seu segundo bilhão. Nos 33 anos seguintes, chegou ao seu terceiro bilhão sendo que o quarto foi atingido em 1974, apenas 14 anos depois (OLIVEIRA, 2005). Segundo projeções da ONU, a população mundial alcançou seis bilhões em 1999.

Mantendo esta taxa de crescimento haverá aproximadamente 9 bilhão pessoas no mundo em 2050. Isto representa um aumento de 50% na população mundial (GHISI, 2004). Em 2025, dois terços da população mundial viverá em centros urbanos (UNEP, 2002 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005). A Figura 2.3 apresenta o crescimento populacional das grandes cidades em um país. Estimativas mostram que em 2015, 34% da população viverá em cidades com mais de 1 milhão de habitantes. Segundo UNEP (2002), desde 1950, o número de pessoas que vivem em áreas urbanas aumentou de 750 milhões para mais de 2,5 bilhões de pessoas. Atualmente, 61 milhões de pessoas são adicionados às cidades. Para 2025, a população urbana total esperada é o dobro da atual, totalizando mais de cinco bilhões de pessoas.



**Fig 2.3: População em cidades com mais de 1 milhão de habitantes**

Enquanto a população tende a aumentar em 4 vezes no período de 100 anos, as fontes disponíveis de água também tendem a reduzir em 4 vezes (KAMMERS, 2004). Conforme mostra a Figura 2.4, a disponibilidade hídrica na América do Sul caiu drasticamente nos últimos 50 anos. Atualmente, o consumo mundial de água doce é seis vezes maior do que em 1900, embora a população mundial não tenha crescido na mesma proporção ao longo do século (OLIVEIRA, 2005). O ritmo dessa expansão preocupa os estudiosos do assunto desde 1798, quando o economista britânico Thomas Malthus (1766-1834) estimou que o crescimento populacional acabaria superando o ritmo de ampliação da oferta de alimentos e água (SOECO/MG, 2004 *apud* OLIVEIRA, 2005).



**Fig 2.4: Disponibilidade hídrica no mundo**  
**Fonte: WORLD WATER (1992)**

Segundo estimativas da ONU citadas por MIELI (2001), meio bilhão de indivíduos enfrentam severa escassez de água no planeta. Estudos recentes indicam ser esse número três vezes maior, pois 1,75 bilhão de pessoas já estão expostas ao problema.

De acordo com UNEP (2002), na atualidade, três bilhões de pessoas carecem de água tratada, e mais de um bilhão de pessoas não têm acesso à água potável. Se não bastassem os problemas relacionados quanto à exploração desordenada, o acelerado crescimento populacional e a baixíssima disponibilidade de água doce no mundo, a poluição dos mananciais hídricos é o principal agravante desta crise mundial de água.

Segundo PLANETA ÁGUA (2004) *apud* BRESSAN *et al.* (2005), a quantidade de resíduos sólidos nos rios asiáticos quadruplicou desde o fim da década de 70. Apenas 2% do esgoto produzido na parte sul do continente americano passa por algum tipo de tratamento. Estimativas mostram que a cada 1.000 litros de água utilizada pelo homem, resultam 10.000 litros de água poluída (ONU, 1993 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

Apesar da importância da água para a vida, um relatório da UNESCO, de março de 2003, declarou que 40% da população não dispõe de água suficiente para ter uma estrutura adequada de higiene e saúde. Nos 40 países mais secos do mundo, a maioria deles situados na Ásia e na África, um cidadão tem direito a, no máximo, oito litros de água por dia (ONU, 1993 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

Os problemas da redução da disponibilidade hídrica estão presentes em várias regiões do mundo. O rio Yang-tsé, na China, durante os períodos de estiagem tem secado antes mesmo de chegar ao mar. Outros grandes rios, como o Colorado nos EUA, Ganges na Ásia e Nilo na África estão se comportando da mesma forma (MIELI, 2001). O rio Nilo, cuja vazão média em 1900 era de 85 km<sup>3</sup>/ano, hoje caiu para 52 km<sup>3</sup>/ano chegando a atingir até 42 km<sup>3</sup>/ano (TOMAZ, 2001 *apud* KAMMERS, 2004). A excessiva drenagem de água pelo homem vem colaborando para que esse fato ocorra mais rapidamente (MIELI, 2001).

Países como a China, Índia, México, Tailândia, parte oeste dos Estados Unidos, norte da África, áreas do Oriente Médio e o Nordeste do Brasil estão retirando mais água do lençol freático que o ciclo hidrológico consegue repor. Em Pequim, os lençóis freáticos, mesmo parcialmente reabastecidos pelas chuvas, estão baixando em média 1 a 2 metros ao ano (FIORI *et al.*, 2004). Em Gujarat, na Índia, o excesso de bombeamento do lençol freático fez com que seu nível descesse 40 metros. Em algumas partes do estado norte-americano do Texas este rebaixamento chegou a 50 metros em meio século (SOECO/MG, 2004 *apud* OLIVEIRA, 2005). Na Cidade do México, a retirada de água do subsolo excede em até 80% a capacidade de reposição natural, o que provoca efeitos como rebaixamento de terrenos e desmoronamentos de edifícios (FIORI *et al.*, 2004).

Se a situação desses países é difícil e com tendência de agravar-se, a posição de muitos países com abundância de reservas hídricas não é menos preocupante. É o caso do Brasil, que possui uma das maiores reservas hídricas do planeta, no entanto, algumas regiões já sofrem com a escassez de água provocada pelo seu desperdício e pela poluição dos mananciais nas regiões mais povoadas.

O Brasil possui 15% da água doce do mundo; 53% da reserva da América do Sul; e dois terços do manancial subterrâneo dos países do Mercosul (MIELI, 2001). O Brasil também possui a maior bacia hidrográfica do planeta, chamada de Bacia do Rio Amazonas, que corresponde a 69% dos recursos hídricos totais brasileiros (GHISI, 2004 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

Apesar de possuir uma grande quantidade de água, o Brasil sofreu uma grande baixa na sua disponibilidade hídrica no último século (BRESSAN *et al.*, 2005). Conforme mostra a Tabela 2.2, em 1900, a disponibilidade de água no Brasil era de

328.000 m<sup>3</sup> per capita por ano. Cem anos mais tarde, em 2000, a disponibilidade de água no Brasil diminuiu para aproximadamente 33.000 m<sup>3</sup> per capita por ano, o que é ainda considerado muito alto de acordo com a UNEP (Tabela 2.3). Entretanto, esta média nacional não representa a situação em todas as áreas de Brasil. No Nordeste e Sudeste, a disponibilidade de água está abaixo da média mundial de 7.000 m<sup>3</sup> per capita por ano e pode ser classificada como baixa disponibilidade de água (GHISI, 20004).

**Tabela 2.2: Disponibilidade hídrica no último século no Brasil**

<b>REGIÃO</b>	<b>Ano de 1900 (m<sup>3</sup> per capita ao ano)</b>	<b>Ano de 2000 (m<sup>3</sup> per capita ao ano)</b>
Norte	5.708.864	307.603
Nordeste	27.587	3.900
Sudeste	42.715	4.615
Sul	203.396	14.553
Centro-oeste	2.353.814	75.511
Brasil	328.745	33.762

**Fonte: GHISI (2004)**

**Tabela 2.3: Classificação da disponibilidade de água**

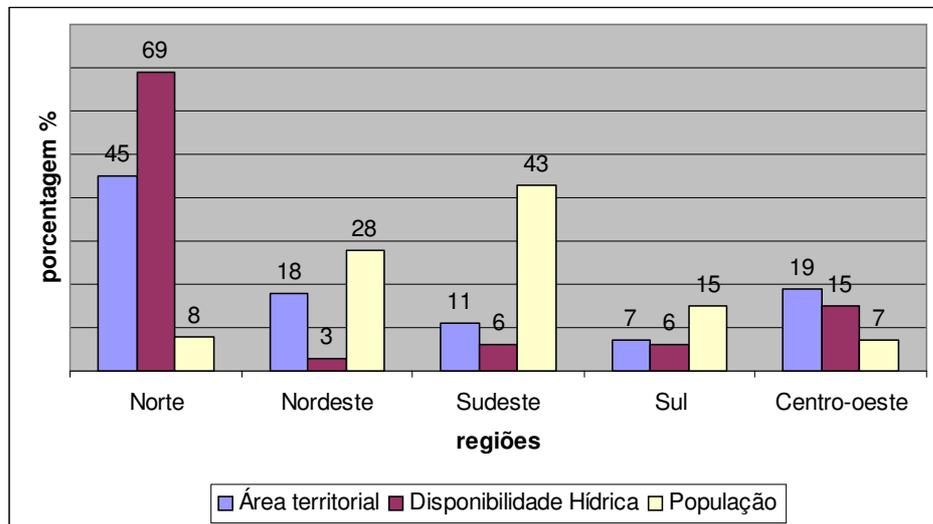
<b>DISPONIBILIDADE DE ÁGUA (m<sup>3</sup> por pessoa/ano)</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
Acima de 20.000	Muito alta
10.000 – 20.000	Alta
5.000 – 10.000	Média
2.000 – 5.000	Baixa
1.000 – 2.000	Muito baixa
Abaixo de 1.000	Extremamente baixa

**Fonte: UNEP (2002)**

Segundo GHISI (2004) *apud* BRESSAN *et al.*, (2005), em 2100, as regiões Nordeste e Sudeste terão uma disponibilidade hídrica abaixo de 1.000 m<sup>3</sup> per capita por ano. Estimativas mostram que a disponibilidade de água na região Sul diminuirá a números abaixo de 5.000 m<sup>3</sup> per capita por ano em 2075 (GHISI, 2004).

As maiores disponibilidades hídricas brasileiras estão concentradas nas regiões menos povoadas. De acordo com a Figura 2.5, a região Norte possui 45% da área territorial brasileira, 69% de toda a água disponível e somente 8% da população nacional. Enquanto a região Sudeste acomoda 43% da população e 6% da água

disponível no país, semelhante a região Nordeste que tem 28% da população, mas conta com somente 3% da água disponível (GHISI, 2004).



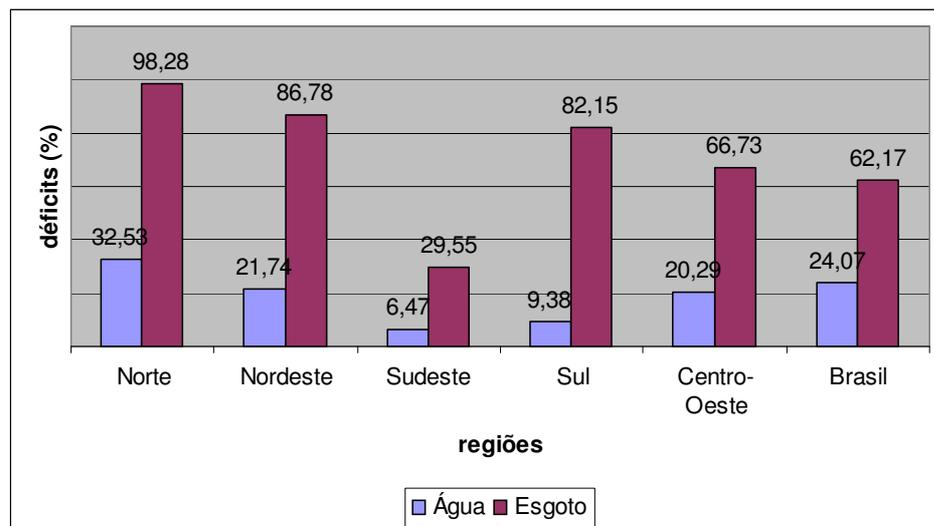
**Fig 2.5: Área territorial, disponibilidade hídrica e população por regiões brasileiras**  
Fonte: GHISI (2004)

Segundo o IBGE (2005), em 34 anos, a população brasileira praticamente dobrou em relação aos 90 milhões de habitantes da década de 1970 e, somente entre 2000 e 2004, aumentou 10 milhões de pessoas, enquanto que a disponibilidade de água permanece a mesma, o que torna o problema de abastecimento de água ainda mais preocupante.

Além da má distribuição da água no território brasileiro, os rios e lagos vêm sendo comprometidos pela queda de qualidade da água disponível para captação e tratamento (AGUAWEBSITE, 2003 *apud* KAMMERS, 2004). As grandes concentrações urbanas brasileiras apresentam excesso de cargas de poluição doméstica e industrial, além da ocorrência de enchentes urbanas que contaminam os mananciais hídricos (TUCCI *et al.*, 2001).

A qualidade de vida da população é altamente prejudicada pela baixa qualidade da água provocada pela contaminação dos mananciais hídricos. De acordo com o IBGE, dos 70% dos brasileiros que possuem residências, um quarto não conta com água potável, quase metade não tem serviço de esgoto e apenas 6% dos esgotos são tratados (MIELI, 2001). A Figura 2.6 apresenta o déficit no setor de saneamento no Brasil. A

região Norte possui a situação mais alarmante. Cerca de 98% da população nordestina do país não possui serviços de água adequados enquanto 32% não conta com serviços de esgoto. Já a região Sul possui um baixo valor percentual de déficit de abastecimento de água potável quando comparada com as demais regiões brasileiras, entretanto, 82% da população sul brasileira não possui serviços de esgoto adequados.



**Fig 2.6: Déficit do setor de saneamento por regiões brasileiras**  
Fonte: TUCCI *et al.* (2001)

Para que os recursos hídricos se mantenham em boas condições de uso e abundância, necessita-se de ações rápidas e indispensáveis. A adoção de medidas firmes e efetivas de controle e manejo são responsabilidades de todos os agentes sociais, de forma individual e coletiva (ANA *et al.*, 2005).

O crescimento das atividades econômicas e a manutenção das condições de qualidade de vida da população dependem da conscientização da importância da água e de seu uso de forma racional. Sendo assim, são necessários investimentos em desenvolvimento tecnológico na busca de soluções alternativas para a ampliação da oferta de água, bem como reduzir índices de perdas e desperdícios, muitas vezes inconscientes (ANA *et al.*, 2005).

Na maioria das edificações a água potável é utilizada para a realização de quase todas as atividades, independente da qualidade necessária (ANA *et al.*, 2005). O Conselho Econômico e Social das Nações Unidas estabeleceu em 1958, que a água de

boa qualidade não deve ser desperdiçada com usos que admitam águas de qualidade inferior. Tendo em vista as dificuldades existentes, o conceito de substituição de fontes mostra-se como a alternativa mais adequada (MIELI, 2001). Nesse sentido, recomenda-se o uso de fontes alternativas procurando a água que está disponível naturalmente sem intervenção direta nos mananciais ou que é oferecida de forma responsável pelos órgãos públicos (ANA *et al.*, 2005).

Dentro deste contexto, o uso de técnicas como o aproveitamento de água de chuva e o reúso de águas cinzas, podem contribuir para reduzir o consumo de água potável e a carga de poluentes recebida pelo sistema de coleta de esgotos, bem como remediar ou solucionar a questão da demanda e do abastecimento de água local ou regional, onde a concentração de população tem criado problemas de escassez de água (SOARES *et al.*, 2001). Além destas técnicas, também é importante a elaboração de programas de economia de água que empregam a instalações de equipamentos adequados e conscientização dos usuários (KAMMERS, 2004).

Em todo este processo de mudança de postura é muito importante a atuação de profissionais. A utilização destas práticas nos projetos, desde a sua concepção, construção e até na sua utilização farão com que os usuários se tornem mais conscientes diante da necessidade de mudança frente às questões ambientais.

## 2.2 Aproveitamento de água de chuva

O rápido crescimento da população, aliado à industrialização, urbanização, intensificação da agricultura e aos estilos de vida com o uso intensivo da água, resultaram em uma crise global de água (UNEP, 2002). É necessário procurar fontes alternativas de água para uso menos nobre, estabelecendo critérios para os usos múltiplos da água. Uma destas alternativas é o aproveitamento de água de chuva, aplicável tanto para edificações residenciais quanto comerciais e industriais (HERNANDES *et al.*, 2004).

É pertinente, ainda, citar as palavras de Makoto Murase, presidente da Conferência Internacional sobre Aproveitamento de Águas de Chuva: “Estima-se que, pelo meio do século XXI, 60% da população estarão concentradas nas áreas urbanas,

principalmente na Ásia, África e América Latina, e aparecerão os problemas de secas e enchentes. Uma nova cultura sobre a água de chuva deverá ser desenvolvida, para uma vida harmoniosa” (Dados obtidos na internet *apud* TOMAZ, 1998). Como se sabe, no Brasil, nas regiões Sudeste e Sul, a urbanização já passou dos 60%, e em alguns casos está próxima dos 90%. Nas regiões Norte e Nordeste, este percentual oscila próximo de 50% (Flávio Terra Barth, Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos, 1987 *apud* TOMAZ, 1998).

Além desses fatos, a urbanização também trouxe uma mudança do ciclo hidrológico nas áreas urbanas, provocada pelo aumento das áreas impermeabilizadas, que impede a infiltração e o armazenamento da água de chuva no subsolo (ZAIZEN *et al.*, 1999 *apud* PAULA *et al.*, 2005). Como consequência, tem-se o aumento do escoamento superficial, que ocasiona maior frequência de enchentes urbanas e deterioração da qualidade das águas (TAMAKI, 2005).

A redução dos volumes de água lançados nos sistemas hídricos através do aproveitamento da água de chuva mostra ser uma alternativa interessante. Na medida em que a água da chuva é coletada para seu uso direto, várias etapas são suprimidas e consequentemente o ciclo hidrológico é abreviado. Sendo assim, parcelas da água que iriam se degradar pelo contato com superfícies poluídas, para depois serem tratadas e reconduzidas aos mesmos pontos de onde elas se precipitaram, podem ser transformadas em fonte de abastecimento das edificações no momento inicial da precipitação, concomitantemente com os sistemas públicos (HERNANDES *et al.*, 2005).

Frente à problemática da urbanização desorganizada, degradação ambiental, poluição dos mananciais, enchentes e redução das reservas de água potável, o aproveitamento de água de chuva destaca-se como uma excelente solução. Além das já citadas, o aproveitamento de água de chuva possui outras vantagens, tais como:

- Conservação de água (MAY *et al.*, 2004).;
- Redução do consumo de água potável (MAY *et al.*, 2004);
- Redução do risco de enchentes (MAY *et al.*, 2004);
- Redução do consumo de água potável fornecida pela companhia de saneamento (MAY *et al.*, 2004);

- Melhor distribuição da carga de água de chuva imposta ao sistema de drenagem urbana (MAY *et al.*, 2004);
- A água de chuva fornece um amortecedor para a fonte convencional de água em épocas emergências ou quando ocorrerem avarias nos sistemas de fonte pública de água, especialmente durante desastres naturais (UNEP, 2002);
- Os usuários dos sistemas de coleta de água de chuva são geralmente os próprios proprietários que são os responsáveis pelo controle de armazenamento, impedindo assim que os reservatórios fiquem vazios (UNEP, 2002);
- A tecnologia do aproveitamento da água de chuva é flexível e pode ser construída para encontrar-se com quase todas as exigências. A construção, a operação e a manutenção do sistema não requerem um trabalho intensivo (UNEP, 2002).
- Quando houver um uso de água de chuva constante, são preservados crescentemente os recursos de água ao longo dos anos (GHISI, 2004).

O sistema de coleta de água de chuva pode utilizar estruturas já existentes, como telhados, lotes de estacionamento, parques, lagoas, planícies de inundação, entre outros, causando poucos impactos ambientais negativos comparados com outras tecnologias para a captação de água. A água de chuva é relativamente limpa e sua qualidade é geralmente aceitável para muitas finalidades com pequeno ou nenhum tratamento. As propriedades físicas e químicas da água de chuva são geralmente superiores às fontes de água doce que podem ter sido sujeitas à contaminação (UNEP, 2002).

A água de chuva armazenada sem qualquer tipo de tratamento pode ser utilizada somente para consumo não potável. Entretanto, a água de chuva tem potencial para ser utilizada na irrigação de jardins em parques, escolas, praças, estacionamentos, residências e condomínios, na lavagem de veículos, na lavagem de calçadas e pátios, na limpeza de vasos sanitários, em sistemas de ar condicionado e em sistemas de combate de incêndios, entre outros (MAY *et al.*, 2004).

Vários estudos demonstraram a obtenção de percentuais de economia de água tratada da ordem de 30% a 60% na Alemanha (HERRMANN *et al.*, 1999 *apud* BATISTA *et al.*, 2005) e de 60% na Austrália (COOMBES *et al.*, 1999 *apud* BATISTA

*et al.*, 2005) e na Inglaterra (FEWKES, 1999 *apud* BATISTA *et al.*, 2005), resultantes do aproveitamento de água de chuva em residências.

Um estudo do potencial de aproveitamento de água de chuva no setor residencial do Brasil, realizado por GHISI (2004), demonstrou que o potencial de economia de água potável através de uso de água de chuva variou de 48% a 100% nas cinco regiões brasileiras. Na região Norte, o potencial de aproveitamento de água de chuva é mais alto do que a demanda de água. Na região Sudeste, podem ser economizados 48% de água potável através do aproveitamento de água de chuva. Isto indica que o aproveitamento de água de chuva pode ser usado para atividades que não exigem o uso de água potável como banheiros, regar jardins, limpar o chão, lavar carro e roupas, o que normalmente corresponde a aproximadamente 50% do consumo de água em uma casa. Como as demais regiões brasileiras o potencial de economia de água potável através do aproveitamento de água de chuva ultrapassou 50%, a água de chuva deve ser devidamente tratada para ser utilizada para uso potável. Entretanto, em áreas industrializadas e poluídas, a qualidade da água de chuva deve ser avaliada para se evitar problemas de saúde.

### 2.2.1 Histórico

Ao contrário do que se costuma pensar, nem toda grande civilização se desenvolveu ao longo dos cursos d'água. Muitas civilizações cresceram em locais onde não existiam rios. Pesquisas feitas pela Universidade de Estocolmo (Suécia), mostraram que no Oriente Médio, muitas civilizações se desenvolveram usando água de chuva que era armazenada em escavações feitas nas rochas, denominadas cisternas (TOMAZ, 1998).

Uma evidência histórica que comprova o aproveitamento de água de chuva a aproximadamente 850 a.C., é a Pedra Moabita, encontrada no Oriente Médio e exposta atualmente no Museu do Louvre, em Paris. A Pedra Moabita é uma das inscrições mais antigas do mundo e fala sobre a rebelião do Rei Mesa, de Moabe, contra Israel. Nela, o rei Mesha dos Moabitas, sugere que seja feito em cada casa um reservatório para aproveitamento da água de chuva (TOMAZ, 2003). Nesta região, são inúmeras as

cisternas escavadas em rochas anteriores a 3000 a.C., que aproveitavam a água de chuva para consumo humano (TOMAZ, 1998).

Evidências indicam que durante muito tempo pessoas do mundo captam água de chuva conforme suas necessidades. Existem relatos da prática de captação de água de chuva na Grécia Antiga, e seu reuso na forma de esgotos para utilização na irrigação (BRESSAN *et al.*, 2005).

Segundo a UNEP (2002), evidências antigas de sistemas de represa de telhado datam das épocas romanas. Desde 2000 a.C., vilas romanas e mesmo cidades inteiras foram projetadas para tirar proveito da água de chuva como principal fonte de água para beber e para finalidades domésticas.

Segundo TOMAZ (2003), foram descobertos em 1885, em Monturque, Roma, doze reservatórios subterrâneos. Cada unidade suporta o volume de aproximadamente 99 m<sup>3</sup> de água e era usado para abastecimento público.

Segundo TOMAZ (1998), até hoje, o povo israelita se orgulha da fortaleza de Masada. Nela, a água de chuva era captada e armazenada em dez reservatórios cobertos, com capacidade de 47 milhões de litros. Os romanos levaram três anos fazendo um aterro para atingir a fortaleza de Masada.

Conforme estudo do *The Rainwater Technology Handbook*, apud TOMAZ (2003), há aproximadamente 200 a.C., no palácio de Knossos na Ilha de Creta, provável centro político e religioso da civilização minóica, era aproveitada a água de chuva para descarga em vasos sanitários.

O aproveitamento de água de chuva também foi realizado por pelo menos 2000 anos em algumas regiões da Ásia e da África. A evidência mais antiga do uso da tecnologia na África vem do norte do Egito, com tanques de armazenamento que variam na capacidade de 200 a 2.000 m<sup>3</sup>, sendo muitos operacionais ainda hoje. Já na Ásia, a Tailândia é o exemplo mais representativo do uso dessa tecnologia ao longo da história (UNEP, 2002).

O maior tanque de água de chuva do mundo é provavelmente o Yerebatan Sarayi, localizado em Istambul, cidade mais populosa da Turquia. Este tanque foi construído durante o império de Caesar Justinian, possui 140 de comprimento e 70 de largura, e uma capacidade para armazenar 80.000 m<sup>3</sup> de água (UNEP, 2002).

## 2.2.2 Água de chuva

A água da chuva tem em sua composição diversas substâncias. Em áreas urbanas ela contém componentes prejudiciais ao homem, tais como o dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio emitidos pelos automóveis e pelas indústrias (GROUP RAINDROPS, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2005). A Tabela 2.4 apresenta os parâmetros físicos-químicos da água de chuva para períodos de estiagem e chuvoso, como também os valores máximos admitidos pela norma européia de 1998.

**Tabela 2.4: Parâmetros analisados da água de chuva**

<b>PARÂMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS</b>	<b>ÁGUA 1 (período seco)</b>	<b>ÁGUA 2 (período chuvoso)</b>	<b>Valores máximos permitidos pela norma européia 98/83/EC DE 1998</b>
pH	8,8	6,9	6,5 – 9 6 – 9 (água para banho)
Condutividade (mS/cm)	286	115	2500
Magnésio (mg/L)	0,8	0,7	---
Cálcio (mg/L)	28	13	---
Alcalinidade	3	4	---
Oxigênio dissolvido (mg/L)	831	4,6	---
Turbidez (UTN)	4,8	0,6	1
Ferro (mg/L)	0,26	<0,1	0,2
Cobre (mg/L)	0,18	<0,05	1
Amônia (mg/L)	0,057	0,027	0,5
<b>BACTERIOLÓGICO</b>			
Coliformes totais/100 ml	30	1800	0/100 ml 10.000/100 ml (água para banho)
Coliformes totais/100 ml	0	0	0/100 ml

**Fonte: DERRIEN e GOVELLO (2003)**

Geralmente a água de chuva carrega todo tipo de impurezas como partículas dissolvidas ou suspensas no ar para os córregos, as quais vão desaguar em um rio. Esta água normalmente vai ser utilizada por um sistema de captação para tratamento de água

potável. No transcorrer deste caminho a água sofre um processo natural de diluição e autodepuração. Entretanto este processo natural nem sempre é suficiente para realmente depurá-la (OLIVEIRA, 2005).

Cabe destacar, que a utilização de água de chuva, como fonte alternativa para abastecimento requer a gestão adequada da qualidade e quantidade. A água de chuva pode ser utilizada desde que haja controle de sua qualidade e verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não comprometa a saúde de seus usuários, nem a vida útil dos sistemas envolvidos (ANA *et al.*, 2005).

### 2.2.3 Chuva ácida

Em 1852, Robert Angus Smith identificou a correlação entre a chuva ácida e a poluição atmosférica, entretanto, somente em 1872 a expressão chuva ácida foi empregada por ele (WIKIPEDIA, 2005).

Para mensurar a acidez ou alcalinidade da água é usado um índice, o chamado pH. A escala do pH vai de 0 a 14. Quando o pH é igual a 7, a água é considerada neutra; quando o pH é abaixo de 7, a água é ácida e, quando acima de 7, a água é alcalina (TOMAZ, 1998).

Normalmente a água da chuva tem um pequeno nível de acidez. Isto é decorrente da presença natural do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) na atmosfera, que dissolve-se nas nuvens formando um ácido fraco, o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Este ácido por sua vez torna o pH da chuva próximo a 5,6. No entanto, pH com valores inferiores a 5,6 indicam freqüentemente que a chuva encontra-se poluída com ácidos fortes como o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e, eventualmente, com outros tipos de ácidos como o clorídrico (HCl) e os ácidos orgânicos (AMBIENTE BRASIL, 2005 *apud* OLIVEIRA, 2005).

Os efeitos da deposição ácida foram detectados nas geleiras há milhares de anos em partes remotas do globo terrestre, as quais mostraram uma repentina diminuição do pH a partir da Revolução Industrial de 6 para 4,5 ou 4. Desde a Revolução Industrial as emissões de gases ácidos na atmosfera aumentaram. Registros já chegaram a comprovar variações de pH abaixo de 2,4 em áreas industriais (WIKIPEDIA, 2005).

A composição da água de chuva varia de acordo com vários fatores, tais como: a localização geográfica, as condições meteorológicas, a presença ou não de vegetação e também, com a presença de carga poluidora (TOMAZ, 2003). Os principais fenômenos naturais que contribuem para a produção de gases ácidos lançados na atmosfera são as emissões dos vulcões e processos biológicos que ocorrem nos solos, pântanos e oceanos.

As principais fontes humanas de produção desses gases ácidos lançados na atmosfera são os veículos de transporte, as indústrias e as usinas termoeletricas que queimam combustíveis fósseis, principalmente o carvão. Os gases podem ser carregados por milhares de quilômetros na atmosfera antes de serem transformados em ácidos e então precipitados (WIKIPEDIA, 2005).

A chuva ácida industrial é um grande problema na China, na Europa Ocidental, na Rússia e em áreas que sofrem sob a influência das correntes de ar provenientes desses países. O problema da chuva ácida além de aumentar com o crescimento industrial e populacional, se expandiu por várias regiões do globo terrestre. O uso de grandes chaminés a fim de reduzir a poluição local contribuiu para a dispersão da chuva ácida. Algumas vezes, a precipitação ocorre a uma distância considerável de sua formação (WIKIPEDIA, 2005).

Em Porto Alegre foi relatado a ocorrência de chuva com pH inferior a 4,0. No estado de São Paulo, há a ocorrência de chuva com pH menor que 4,5. A região do Brasil que vai do Estado do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul é considerada uma área com problemas potenciais de chuvas ácidas (ONU, *Water Quality of World River Basins*, 1985 *apud* TOMAZ, 1998).

Em um estudo realizado por LISBOA *et al.* (1992) *apud* OLIVEIRA (2005), foram analisadas 23 amostras de água de chuva coletadas na cidade de Florianópolis. Deste total, 56,52% foram consideradas com pH normal e 43,48% foram enquadradas como chuvas ácidas, sendo 17,39% com pH levemente ácido ( $5,1 < \text{pH} < 5,6$ ) e 26,09% classificadas como chuvas muito ácidas ( $\text{pH} < 5,0$ ).

#### **2.2.4 Sistema de aproveitamento de água de chuva**

Um grande meio de amenizar a crise de água prevista para o futuro é através do aproveitamento da água da chuva. A composição de um sistema de aproveitamento de água de chuva depende de diversos fatores. De acordo com a disponibilidade de recursos disponíveis para a implantação destes sistemas e a destinação prevista para o uso destas águas, estes sistemas podem variar dos mais simples aos mais sofisticados tecnologicamente. Sendo assim, os sistemas de aproveitamento de água de chuva são constituídos por componentes essenciais e dos acessórios (HERNANDES *et al.*, 2004).

Os componentes essenciais serão aqueles elementos que estarão presentes em qualquer tipo de sistema, independente dos recursos gastos para construí-lo. Estes elementos são constituídos pela área de captação, as calhas, os tubos de queda e o reservatório de armazenamento (HERNANDES *et al.*, 2004).

Já os acessórios serão aqueles elementos que seu emprego dependerá de diversos fatores opcionais do projeto. A utilização de alguns destes componentes estará ligada à finalidade da água captada. Poderão ser utilizados componentes como filtros, freios de água, bombas, entre outros (HERNANDES *et al.*, 2004).

Geralmente, um sistema de aproveitamento de água de chuva consiste em três elementos básicos: um processo de coleta, um processo de transporte e um processo de armazenamento. A categorização dos sistemas de aproveitamento de água de chuva depende de fatores como o tamanho e a natureza das áreas de captação e se os sistemas estão em zonas urbanas ou rurais (UNEP, 2002).

Geralmente, a coleta de água de chuva é feita através dos telhados, os quais já se encontram construídos. O esquema de funcionamento de um sistema de aproveitamento de água de chuva através dos telhados consiste basicamente na coleta de água de chuva que cai sobre os telhados, conduzindo-a através de calhas para um primeiro reservatório de armazenamento. Este sistema requer uma constante manutenção e não dispensa o uso de filtros que retenham partículas menores ou microorganismos. Após a armazenagem, a água é bombeada a um segundo reservatório distribuindo a água coletada para as suas diversas finalidades (MARINOSKI *et al.*, 2004).

O transporte da água de chuva para o segundo reservatório de armazenamento é realizado por uma bomba dimensionada conforme as dimensões do edifício. O uso de

bóias eletrônicas garante que o sistema seja o mais automatizado possível e dependa o mínimo possível de operador (BRESSAN *et al.*, 2005).

Para implantar um sistema de aproveitamento de água de chuva em uma edificação é necessário um projeto específico para dimensionamento dos reservatórios, bem como dos demais componentes do sistema, considerando a demanda a ser atendida por esta fonte de água e as características pluviométricas locais (ANA *et al.*, 2005). Sendo assim, o sistema de aproveitamento de água da chuva compreende as seguintes etapas: determinação da área de superfície de captação, dimensionamento dos reservatórios, sistemas de filtração da água e o dimensionamento das instalações hidro-sanitárias (OLIVEIRA, 2005).

Atualmente, o sistema de aproveitamento de água de chuva pode ser planejado paralelamente ao sistema de instalação de água tratada. No Brasil, algumas empresas realizam a instalação de sistemas residenciais de aproveitamento de água de chuva (MARINOSKI *et al.*, 2004).

#### 2.2.4.1 Coleta

A área de captação é o primeiro elemento na qual a água de chuva entra em contato com o sistema. Por estar exposta, a mesma estará sempre vulnerável à contaminação de diversas origens como poluentes atmosféricos, folhas, galhos, pequenos animais e seus excrementos, entre outros contaminantes (HERNANDES *et al.*, 2004).

A quantidade de água de chuva que pode ser armazenada depende da área de coleta, da precipitação atmosférica do local e do coeficiente de *Runoff*. Normalmente, a superfície utilizada para fazer a coleta da água de chuva é o telhado. Dependendo do uso final da água coletada e do tratamento a ser aplicado, a coleta da água de chuva pode ser feita através de superfícies impermeabilizadas, localizadas ao nível do chão tais como pátios, calçadas, estacionamentos, entre outros (MAY *et al.*, 2004).

O material usado para construir a superfície de captação de um sistema de aproveitamento de água de chuva influencia na eficiência da coleta e na qualidade da água coletada. Quando a superfície de captação dos sistemas de aproveitamento de água

de chuva é o telhado, a maioria dos materiais utilizados são: alumínio, ferro ondulado, concreto, telhas de fibra de vidro, telhas galvanizadas, etc. Os telhados de bambu não são recomendados devido aos possíveis perigos de saúde (UNEP, 2002).

Os materiais das superfícies de captação devem ser não tóxicos e não devem conter substâncias que prejudiquem a qualidade da água. Por exemplo, pintura ou revestimento nas superfícies de captação deve ser evitado se possível. Se o uso de pintura ou revestimento for inevitável, deve-se usar somente pintura não tóxica. Revestimentos com cromo ou zinco devem ser evitados. Similarmente, os telhados com pintura metálica ou outros revestimentos não são recomendados, pois podem dar gosto ou cor à água coletada. As superfícies de captação e os dispositivos de armazenamento devem ser limpos regularmente para remover a poeira e as sujeiras trazidas por pássaros minimizando a contaminação bacteriana e mantendo a qualidade da água coletada (UNEP, 2002).

A coleta da água de chuva utilizando áreas em superfície de terra pode ser uma alternativa simples. Comparando com as técnicas de captação em telhados, as técnicas de captação em terra possibilitam a coleta de água em uma área de superfície maior. Retendo os fluxos (incluindo a inundação) de riachos e de pequenos córregos em pequenos reservatórios de armazenamento (na superfície ou subterrâneos) criados por represas de baixo custo (por exemplo, feitos de terra), esta tecnologia pode encontrar-se com grandes demandas de água durante períodos secos. Entretanto, há uma possibilidade de elevadas taxas de perda de água devido à infiltração de água na terra e devido a baixa qualidade da água coletada. Esta técnica é apropriada, principalmente, para armazenar água para agricultura (UNEP, 2002).

#### **2.2.4.2 Tratamento**

Segundo GELT (2003) e TOMAZ (2003) *apud* MARINOSKI *et al.* (2004), a água de chuva armazenada pode apresentar uma aparência de água pura e limpa, mas geralmente isso não corresponde à realidade. Em algumas regiões urbanas, a água de chuva pode conter impurezas absorvidas da poluição atmosférica, não sendo recomendada para ingestão humana. PERIAGO *et al.* (2002) *apud* REIS *et al.* (2005),

afirmam que apesar da qualidade da água de chuva apresentar níveis distintos de poluentes a cada nova precipitação e localização, em muitos casos os índices de contaminação são superiores ao do esgoto doméstico *in natura*.

Segundo ANA *et al.* (2005), analisando os dados existentes na literatura técnica, a qualidade da água de chuva é influenciada pelos seguintes fatores:

- Localização, regime de chuvas, condições climáticas da região, zona urbana ou rural;
- Características da bacia, densidade demográfica, área impermeabilizada, declividade, tipo de solo, área recoberta por vegetação e seu tipo;
- Tipo e intensidade de tráfego;
- Superfície drenada e tipo de material constituinte: concreto, asfalto, grama, etc;
- Lavagem da superfície drenada, frequência e qualidade da água de lavagem.

Ao se pensar no aproveitamento da água de chuva deve se levar em consideração a aplicação da água para diferentes casos (KAMMERS, 2004). Quando utilizada para fins menos nobres, a água da chuva não necessita de tratamento avançado (ANA *et al.*, 2005). A Tabela 2.5 apresenta a necessidade de tratamento para diferentes usos de água.

**Tabela 2.5: Tratamento necessário para diferentes usos de água**

<b>USOS</b>	<b>TIPO DE TRATAMENTO</b>
Irrigação de jardins	Nenhum tratamento
Prevenção de incêndio e condicionamento de ar	Cuidados para manter o equipamento de estocagem e distribuição em condições de uso
Fontes e lagoas, descargas de vasos sanitários, lavação de roupas e carros	Tratamento higiênico, devido ao possível contato do corpo humano com a água.
Piscina/banho, consumo humano e no preparo de alimentos	Desinfecção, para a água consumida direta e indiretamente.

**Fonte: GROUP RAINDROPS (2002) *apud* KAMMERS (2004)**

O sistema de tratamento da água de chuva depende da qualidade da água coletada e do seu destino final. Para um tratamento simples, podem ser utilizados: sedimentação

natural, filtração simples e cloração. Pode-se também utilizar tratamentos complexos como desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa (MARINOSKI *et al.*, 2004).

Entretanto, em ambos os tratamentos, é indispensável a instalação de telas sobre as calhas ou grelhas nos tubos de queda para conter detritos de maiores dimensões como folhas (OLIVEIRA, 2005). A utilização de um sistema de peneiras para fazer a retirada de folhas e galhos da água de chuva, diminui a concentração de material orgânico no reservatório de armazenamento e evita o entupimento de conexões e tubulações que fazem parte do sistema (MAY *et al.*, 2004).

A qualidade da água da chuva também varia de acordo com a sua coleta. Quanto mais limpo for o local de coleta, logicamente, mais limpa será a água. Na Tabela 2.6 é possível observar o grau de purificação quanto ao local. As categorias C e D consideram-se impuras mesmo para usos não potáveis, enquanto que as categorias A e B não necessitam de tratamento para o mesmo fim (KAMMERS, 2004).

**Tabela 2.6: Variação da qualidade da água de chuva devido a sua coleta**

TIPO DE TELHADO	USOS
<b>A</b>	Telhados (não ocupados por pessoas ou animais). Se a água for purificada pode ser consumida.
<b>B</b>	Telhados (ocupados por pessoas e animais). Usos não potáveis.
<b>C</b>	Terraços e terrenos impermeabilizados, áreas de estacionamento. Necessita de tratamento, mesmo para uso não potáveis.
<b>D</b>	Estradas. Necessita de tratamento, mesmo para uso não potáveis.

**Fonte: GROUP RAINDROPS (2002) *apud* KAMMERS (2004)**

A contaminação da água de chuva ocorre através de impurezas localizadas nas superfícies de captação tais como fuligem e dejetos de animais (OLIVEIRA, 2005). MAY *et al.* (2004) analisou durante um ano amostras coletadas de água de chuva precipitada sobre o telhado de um dos blocos da Escola Politécnica da USP. A maioria das amostras apresentava elevado grau de contaminação bacteriológica, indicando presença de coliformes totais em 89% das amostras.

A maior contaminação se dá após um longo período de estiagem. E geralmente, os poluentes estão concentrados no primeiro milímetro de chuva coletado, o qual deve ser descartado (GROUP RAINDROPS, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2005). Algumas técnicas para a realização do descarte da água de limpeza do telhado podem ser utilizadas, entre as quais, destacam-se: tonéis, reservatórios de autolimpeza com torneira bóia, dispositivos automáticos, entre outros (ANA *et al.*, 2005).

O dispositivo de descarte destina-se à retenção temporária e posterior descarte da água coletada na fase inicial da precipitação (ANA *et al.*, 2005). Geralmente, o dispositivo de descarte das primeiras águas coletadas, encontra-se permanentemente vazio, recebendo as primeiras águas da lavagem das áreas de captação ocorridas no início da chuva. Depois de cheio, a água captada é direcionada então para o reservatório. Ao término da chuva, o dispositivo deve ser esvaziado para poder ser utilizado nas próximas chuvas.

Outra maneira de desviar as primeiras águas coletadas é através de uma válvula que opera em função do nível da água. Quando inicia a chuva a válvula encontra-se aberta e a mesma é responsável por desviar o fluxo de água para um pequeno reservatório. Quando a água da chuva atinge um certo nível dentro deste pequeno reservatório a válvula é fechada e a água passa então para o reservatório de armazenamento. Ao terminar a chuva, o pequeno reservatório é esvaziado. À medida que o pequeno reservatório vai sendo esvaziado, a válvula vai se abrindo e o sistema se torna novamente apto para coletar e armazenar as primeiras águas da chuva (OLIVEIRA, 2005).

Para tanto, é preciso determinar a quantidade de água de chuva responsável pela limpeza dos telhados que deve ser desprezada. NETTO (1991) *apud* OLIVEIRA (2005), sugere que esta perda pode chegar a 50% do volume total de água de chuva coletado. Para fins de projeto, GROUP RAINDROPS (2002) *apud* OLIVEIRA (2005) recomenda o valor da perda como sendo de 30%. Já para MAESTRI (2003) *apud* OLIVEIRA (2005) o valor a ser utilizado para este parâmetro é de 20%, uma vez que não há estudos conclusivos sobre o coeficiente de aproveitamento da água de chuva.

Em meses onde a freqüência de precipitação é maior ou em dias consecutivos de chuva, a tendência é que a concentração de sólidos na água de chuva diminua

consideravelmente. Sendo assim, o volume de água que deve ser desprezado pode ser menor, uma vez que o telhado encontra-se com baixo acúmulo partículas (MAY *et al.*, 2004).

Após o dispositivo de descarte das primeiras águas coletadas, a água da chuva é enviada a um primeiro reservatório de armazenamento. Conforme um estudo da *The Rainwater Technology Handbook apud TOMAZ* (2003), o número de bactérias que entram em um reservatório de água de chuva devido à entrada de uma nova quantidade água é praticamente igual ao número de bactérias que morrem.

Para fins não potáveis como descargas de vasos sanitários, rega de plantas e lavação de pisos e carros não é necessário tratamento com alta eficiência, mas sim apenas uma filtragem para reter partículas em suspensão (OLIVEIRA, 2005).

A Tabela 2.7 elaborada pela ANA *et al.* (2005), apresenta as exigências mínimas para o uso da água não potável, em função das diferentes atividades a serem realizadas nas edificações.

**Tabela 2.7: Exigências mínimas para uso de água não potável para diferentes atividades**

<b>ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO, REGA DE JARDIM, LAVAGEM DE PISOS</b>
<b>NÃO DEVE:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• apresentar mau-cheiro;</li><li>• conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas;</li><li>• ser abrasiva;</li><li>• manchar superfícies;</li><li>• propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.</li></ul>
<b>ÁGUA PARA DESCARGA EM BACIAS SANITÁRIAS</b>
<b>NÃO DEVE:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• apresentar mau-cheiro;</li><li>• ser abrasiva;</li><li>• manchar superfícies;</li><li>• deteriorar os metais sanitários;</li><li>• propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.</li></ul>

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

**Tabela 2.7: Exigências mínimas para uso de água não potável para diferentes atividades (Continuação)**

<b>ÁGUA PARA REFRIGERAÇÃO E SISTEMA DE AR CONDICIONADO</b>
<b>NÃO DEVE:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• apresentar mau-cheiro;</li> <li>• ser abrasiva;</li> <li>• manchar superfícies;</li> <li>• deteriorar máquinas;</li> <li>• formar incrustações.</li> </ul>
<b>ÁGUA PARA LAVAGEM DE VEÍCULOS</b>
<b>NÃO DEVE:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• apresentar mau-cheiro;</li> <li>• ser abrasiva;</li> <li>• manchar superfícies;</li> <li>• conter sais ou substâncias remanescentes após secagem;</li> <li>• propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.</li> </ul>
<b>ÁGUA PARA LAVAGEM DE ROUPAS</b>
<b>DEVE:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ser incolor;</li> <li>• livre de algas;</li> <li>• livre de partículas sólidas;</li> <li>• livre de metais;</li> </ul>
<b>NÃO DEVE:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ser turva;</li> <li>• deve apresentar mau-cheiro;</li> <li>• deteriorar os metais sanitários e equipamentos;</li> <li>• propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.</li> </ul>
<b>ÁGUA PARA USO ORNAMENTAL</b>
<b>DEVE:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ser incolor;</li> </ul>
<b>NÃO DEVE:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ser turva;</li> <li>• apresentar mau-cheiro;</li> <li>• deteriorar os metais sanitários e equipamentos;</li> <li>• propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.</li> </ul>

**Fonte: ANA et al. (2005)**

**Tabela 2.7: Exigências mínimas para uso de água não potável para diferentes atividades (Continuação)**

<b>ÁGUA PARA USO EM CONSTRUÇÃO CIVIL NA PREPARAÇÃO DE ARGAMASSAS, CONCRETO, CONTROLE DE POEIRA E COMPACTAÇÃO DE SOLO</b>
<b>NÃO DEVE:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• apresentar mau-cheiro;</li><li>• alterar as características de resistência dos materiais;</li><li>• favorecer o aparecimento de eflorescências de sais;</li><li>• propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.</li></ul>

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

Se a água da chuva for usada para fins potáveis, além da filtragem, a mesma deve passar por um processo de desinfecção (cloração) (GROUP RAINDROPS, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2005). Para ser considerada potável a água da chuva deve ser purificada e sua qualidade deve atender a determinados padrões de potabilidade. O processo de purificação tem um custo elevado e se justifica quando não há outra fonte para abastecimento (OLIVEIRA, 2005). Entretanto, a desinfecção da água de chuva, segundo MAY *et al.*, (2004), pode ser realizada através de sistemas simples, como através de adição de cloro, para não inviabilizar economicamente o sistema.

### 2.2.4.3 Armazenamento

O armazenamento da água de chuva é uma solução eficaz, barata e simples, para suprir o abastecimento de água em regiões onde ela é escassa (COSTA, 2004 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

Geralmente, são utilizados dois reservatórios para o armazenamento da água de chuva: um inferior e outro superior para receber a água bombeada por um sistema de moto-bomba. Do reservatório superior a água da chuva é distribuída para os diversos pontos de consumo. Normalmente, entre o reservatório superior e o barrilete do reservatório de água potável existe um sistema de “*by-pass*”, o qual é responsável por suprir a falta de água de chuva com água potável (OLIVEIRA, 2005).

Segundo a SOECO/MG (2004) *apud* OLIVEIRA (2005), a escolha do local para a construção do reservatório de armazenamento de água de chuva deverá atender aos seguintes requisitos: o reservatório deve ser construído em lugar baixo, para poder ser

abastecido pela água escoada de todos os lados do telhado por efeito da gravidade; o solo de apoio deve ser de preferência arenoso ou composto de material resistente; o reservatório deve ser construído afastado de árvores ou arbustos cujas raízes possam provocar rachaduras na parede do reservatório; o reservatório deve ser implantado a pelo menos 10 a 15 metros de distância de fossas, latrinas, currais e depósitos de lixo para se prevenir o perigo de contaminação da água armazenada.

Os reservatórios de armazenamento de água de chuva podem ser posicionados acima ou abaixo da terra. Podem ser construídos como uma parte do edifício, ou podem ser construídos como uma unidade separada encontrada a alguma distância do edifício. As considerações de projeto variam de acordo com o tipo de reservatório e de outros fatores (UNEP, 2002).

Existem várias alternativas tecnicamente válidas para construção de reservatórios. Os mesmos podem ser construídos de paredes de alvenaria, isto é, tijolos ou blocos apoiados em uma laje de concreto com dupla ferragem, para evitar trincas, e cobertos com laje pré-moldada (BRESSAN *et al.*, 2005). O importante é que os reservatórios de armazenamento sejam construídos de material inerte. O concreto reforçado, fibra de vidro, polietileno, e aço inoxidável são exemplos de materiais apropriados. Os reservatórios interconectados feitos de cerâmica ou de polietileno podem também ser recomendados (UNEP, 2002).

Os reservatórios enterrados devem ser acessíveis à manutenções, bem como possuir extravasor, dispositivo para limpeza de fundo, dispositivo de entrada e alternativa de abastecimento com água do serviço público ou de outra fonte. Na entrada da água de chuva no reservatório, deverá ser instalada uma bomba flutuante que encaminhará a água de chuva a um segundo reservatório, o qual será responsável por abastecer as atividades com uso de água não potável selecionadas (TOMAZ, 1998).

#### **2.2.4.3.1 Dimensionamento**

Uma das dificuldades da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva é a determinação do volume dos reservatórios de armazenamento (TOMAZ, 1998). Normalmente há uma tendência de se considerar que quanto maior o reservatório,

maior será a porcentagem de chuva precipitada que se pode aproveitar. No entanto, isto não acontece. A partir de aproximadamente 70% de aproveitamento, mesmo que a capacidade do reservatório seja acrescida em 50%, o coeficiente de aproveitamento aumenta apenas 5% a 10% (GROUP RAINDROPS, 2002 *apud* ANA, 2005).

Geralmente, o reservatório é o item responsável pela maior parcela de custo do sistema. Por isso, deve ser realizado um dimensionamento criterioso (HERNANDES *et al.*, 2004). O dimensionamento de um reservatório de água de chuva depende da precipitação atmosférica, da frequência em que as chuvas irão ocorrer e também do consumo da edificação (MARINOSKI *et al.*, 2004). Segundo a UNEP (2002), ao se utilizar a água de chuva, é importante reconhecer que a precipitação não é constante durante o ano inteiro; conseqüentemente, é necessário planejar um sistema de armazenamento com uma capacidade adequada para o uso constante da água de chuva mesmo durante os períodos secos.

Segundo MARINOSKI *et al.* (2004), existem dois métodos para realizar o dimensionamento de reservatórios de água de chuva. O primeiro, a partir dos dados de precipitação, área de captação e demanda, busca-se um volume de reservatório que atenda as necessidades de consumo da edificação. No segundo método, fixa-se o volume de armazenagem do reservatório, e com isso é possível verificar o percentual do consumo que será atendido para um determinado volume de água em estoque.

A análise do consumo de água em uma edificação depende em muito da caracterização adequada dos usos finais de água. O consumo, por sua vez, sofre influência direta de diferentes fatores relacionados aos aspectos técnicos (tecnologias e equipamentos utilizados), bem como econômicos e sociais (padrão de vida e cultura da população) (MARINOSKI *et al.*, 2004).

O reservatório deve ser dimensionado para evitar perdas por cheias ou falta d'água por dimensões inferiores à necessária (HERNANDES *et al.*, 2004). Reservatórios superdimensionados permanecem a maior parte do tempo ociosos, principalmente quando as estações secas são prolongadas (MARTINSON *et al.*, 2003 *apud* BATISTA *et al.*, 2005). Além do mais, o volume de água consumido é mais rapidamente reabastecido no caso de reservatórios menores (BATISTA *et al.*, 2005).

Contudo, para determinar o volume de um reservatório também devem ser considerados os fatores de perdas. Por exemplo, em Florianópolis, as médias das chuvas anuais são de aproximadamente 1.500 mm. Supondo que a área de captação de uma casa seja igual à área da superfície do telhado, e dado que a área da superfície do telhado seja igual a 50 m<sup>2</sup>, o volume anual médio de água de chuva que cai sobre o telhado corresponde a 75 m<sup>3</sup>. Entretanto, segundo MARINOSKI *et al.* (2004), o volume de chuva captado nunca é o mesmo que o precipitado. Perdas devido à limpeza do telhado, evaporação, autolimpeza do sistema de captação, entre outras, influenciam significativamente na estimativa do volume de aproveitamento da água de chuva. Deste modo, estima-se que a quantidade de água de chuva disponível na superfície do telhado é de aproximadamente 70% a 80% do volume total precipitado dentro de uma área de captação. Portanto, a real quantidade de água de chuva que poderia ser aproveitada considerando uma superfície de captação de 50 m<sup>2</sup> para a cidade de Florianópolis é de aproximadamente 52,5 m<sup>3</sup> a 60 m<sup>3</sup> de água de chuva por ano.

#### 2.2.4.4 Distribuição

O sistema de distribuição é necessário para transferir a água de chuva coletada das superfícies de captação aos reservatórios de armazenamento e destes para os pontos finais de consumo. Isto é geralmente realizado através de um conjunto de componentes formados por tubos, conexões, válvulas e registros, destinados a conduzir a água (ANA *et al.*, 2005). As conexões de tubulações devem ser dimensionadas de forma a evitar perdas significativas do volume precipitado (HERNANDES *et al.*, 2004). As tubulações utilizadas nestes sistemas devem ser feitas de plástico, PVC ou de outra substância inerte, pois, em caso da utilização de tubulações de metal, o pH da chuva pode ser muito baixo (muito ácido) podendo causar a corrosão e a mobilização de metais (UNEP, 2002).

As calhas e as tubulações necessitam ser inspecionadas periodicamente e devem ser limpas com cuidado. Uma boa avaliação na inspeção das calhas e tubulações é aquela feita quando ocorrem as chuvas, de modo que os vazamentos podem ser facilmente detectados (UNEP, 2002).

### 2.2.4.5 Cuidados necessários

Os sistemas aproveitamento de água de chuva exigem cuidados gerais e características construtivas que permitam a segurança do abastecimento, a manutenção da qualidade da água armazenada e níveis operacionais adequados e econômicos (ANA *et al.*, 2005).

Algumas precauções são necessárias para impedir a entrada de contaminadores nos reservatórios de armazenamento. A principal fonte de contaminação externa é a poluição dos pássaros e dos insetos que entram no tanque. Entretanto, outros contaminadores ambientais podem cair nos reservatórios, podendo causar a contaminação. A tampa dos reservatórios deve estar bem fechada para evitar a reprodução dos mosquitos, para impedir que os insetos e os roedores entrem no reservatório. Um filtro na entrada de água no tanque é também aconselhável para excluir restos grosseiros, sujeiras, e outros materiais maiores (UNEP, 2002). GOULD *et al.* (1999) *apud* AMORIM *et al.* (2004), ressaltam que o reservatório deve estar livre da entrada de luz, evitando assim o crescimento de algas e bactérias no interior do tanque. Na medida do possível o reservatório deverá ser enterrado para que assim, a água tende a permanecer com temperatura constante, não aquecendo em excesso durante o verão nem resfriando em demasia durante o inverno.

Os reservatórios de armazenamento devem ser verificados e limpos periodicamente. Todos os reservatórios necessitam de limpeza e suas estruturas devem permitir que possam ser limpos e esfregados por completo, nas paredes e no assoalho interno. Um fundo inclinado e a provisão de um depósito e de um dreno são úteis para a coleta e a descarga de grãos e de sedimentos depositados no fundo do reservatório (UNEP, 2002).

O sistema de extração de água (como por exemplo: torneiras e bombas) não deve contaminar a água armazenada. As torneiras devem ser instaladas com pelo menos 10 cm acima da base do reservatório para permitir que todos os restos que entram no reservatório se estabeleçam no fundo, onde não devem ser perturbados, não afetando a qualidade da água. As tubulações do sistema de aproveitamento de água de chuva devem ser marcadas permanentemente de tal maneira que não ocorra nenhum risco de

confundí-las com as tubulações de água tratada. As torneiras devem ser operadas com sistemas de chaves destacáveis para evitar o consumo de água de chuva como água potável (Figura 2.7), além de serem claramente etiquetadas para o usuário na língua local juntamente com imagens gráficas. A manutenção periódica também deve ser realizada em todas as bombas utilizadas para levar a água para os reservatórios superiores (UNEP, 2002).



**Fig 2.7: Torneira de acionamento restrito**  
Fonte: DOCOL (2006)

## 2.2.5 Aproveitamento de água de chuva no mundo

Vários países do mundo oferecem financiamento para a construção de sistemas de aproveitamento de água de chuva. Estes países, em sua maioria economicamente desenvolvidos, adotam políticas de uso racional de água, visando a preservação ambiental, redução dos custos, prevenção de enchentes, e também, o combate a escassez de água potável. Já foi constatado o aproveitamento de água de chuva em diversas regiões do mundo. Dentre elas, destacam-se: Japão, Alemanha, China, África e os Estados Unidos.

O Japão é o maior exemplo de utilização da água de chuva. No Japão, o regulamento do governo metropolitano de Tokyo de 1984 obrigou o aproveitamento de água de chuva e de águas cinzas para todo prédio com área construída acima de 30.000 m<sup>2</sup> (TOMAZ, 2003).

Na cidade de Sumida, no Japão, reservatórios subterrâneos de aproximadamente 10 m<sup>3</sup> são construídos em locais estratégicos e equipados com bombas manuais (GROUP RAINDROPS, 2002 *apud* KAMMERS, 2004). A arena de luta de sumô de Ryogoku Kokugikan, também na cidade de Sumida, utiliza água de chuva em grande

escala. Nesta arena, a água de chuva coletada é drenada para um tanque de armazenamento com capacidade de 1.000 m<sup>3</sup> (UNEP, 2002). Outro grande exemplo de aproveitamento de água de chuva no Japão é o estádio Tokyo Dome, onde uma lona gigante que cobre o estádio recolhe a chuva e a armazena em reservatórios onde ela é tratada e distribuída. Aproximadamente um terço da água utilizada no estádio provém da chuva (BRESSAN *et al.*, 2005). Em 1995, na cidade de Kitakyushu, também no Japão, foi construído junto a um edifício com 14 pavimentos, um reservatório enterrado com capacidade para armazenar 1.000 m<sup>3</sup>, prevendo a utilização da água de chuva (TOMAZ, 2003).

Na Alemanha, os sistemas de aproveitamento de água de chuva foram introduzidos em Berlim em outubro 1998, como parte de um projeto de desenvolvimento urbano em grande escala, com a função de controlar o fluxo urbano e criar um micro clima melhor. Cerca de 10% das residências alemãs utilizam água de chuva (INSTITUTO BRASIL PNUMA, 2000 *apud* KAMMERS, 2004). Hamburgo foi o primeiro estado alemão a instalar sistemas de aproveitamento de água de chuva iniciados em 1988, havendo até o ano 2000, aproximadamente 1.500 sistemas privados de aproveitamento de água de chuva e pleno funcionando durante sete anos (*The Rainwater Technology Handbook apud* TOMAZ, 2003). Outro grande exemplo de aproveitamento de água de chuva na Alemanha é a coleta de chuva em 19 edifícios e sua posterior armazenagem em um reservatório com capacidade para 3.500 m<sup>3</sup>. Esta água armazenada é utilizada então para abastecimento de banheiros, irrigar áreas verdes (incluindo telhados com cobertura vegetativa) e para a renovação de uma lagoa artificial (UNEP, 2002).

Na China, dezessete províncias adotaram a técnica do aproveitamento de água de chuva com a construção de 5,6 milhões de reservatórios, com uma capacidade total de 1,8 bilhões de m<sup>3</sup>. A construção destes reservatórios proporcionou fornecer água de boa qualidade para aproximadamente 15 milhões de pessoas e possibilitou a irrigação suplementar de uma área de 1,2 milhões de hectares de terra (UNEP, 2002).

Embora algumas regiões da África tenham se expandido rapidamente, os sistemas de aproveitamento de água de chuva se tornaram presentes somente nos últimos anos. Não obstante, o aproveitamento de água de chuva está se tornando cada vez mais

difundido na África, com projetos atualmente em Botswana, Togo, Mali, Malawi, África do Sul, Namíbia, Zimbábue, Moçambique, Sierra Leone, Tanzânia, entre outras (UNEP, 2002).

Outros países, como os Estados Unidos, também estão desenvolvendo pesquisas na área do aproveitamento de água de chuva. É possível comprovar a existência de mais de 200 mil reservatórios nos Estados Unidos para aproveitamento de água de chuva. Na Califórnia, são oferecidos financiamentos para a captação da água de chuva (TOMAZ, 1998).

### 2.2.6 Aproveitamento de água de chuva no Brasil

O Brasil possui um dos maiores índices pluviométricos do mundo, porém este índice não se distribui igualmente nas diferentes regiões do país (BRESSAN *et al.*, 2005). As chuvas comuns no Brasil alcançam a quantia de 1.443 mm por ano, enquanto no mundo este índice gira em torno de 460 mm (GHISI, 2004).

As cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre implantaram leis municipais de retenção da água de chuva. Essas leis pretendem prevenir inundações além de incentivar a utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações (TÉCHNE, 2005 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

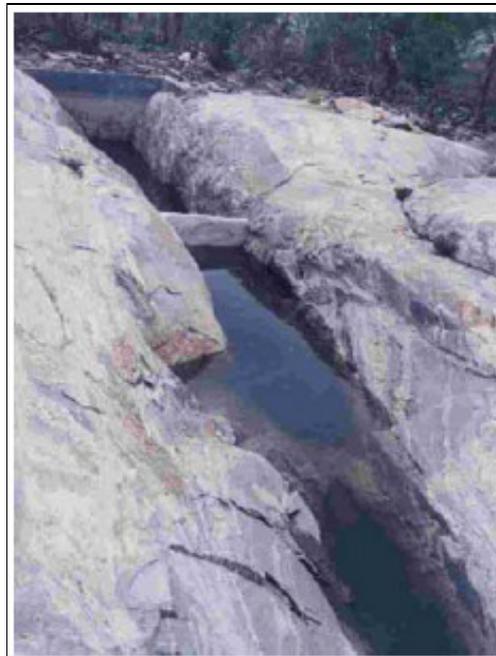
No Rio de Janeiro fica obrigatória, nos empreendimentos que tenham área impermeabilizada superior a quinhentos metros quadrados, a construção de reservatórios que retardem o escoamento da água de chuva para a rede de drenagem. No caso da construção de edificações residenciais multifamiliares, com cinquenta ou mais unidades, é obrigatória a existência de um reservatório para o uso da água de chuva para finalidades não potáveis e, pelo menos, um ponto de água destinado a este uso (TÉCHNE, 2005 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

Aproveitar a água de chuva não é uma novidade para o estado de São Paulo. Uma lavanderia industrial, na cidade de São Paulo, há 30 anos, capta, processa e utiliza a água de chuva nos seus processos de lavagem (SICKERMANN, 2004 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005). Uma indústria de tingimento de tecidos na cidade de Guarulhos, capta água de chuva através de um telhado de 1.500 m<sup>2</sup> e a armazena em um reservatório de 370 m<sup>3</sup>

(TOMAZ, 1998). Na Escola Politécnica da USP, foi implantada em 2001 no Centro de Técnicas de Construção Civil um sistema de aproveitamento de água de chuva para limpeza de vasos sanitários, irrigação de jardins, limpeza de calçadas e pátios, lavagem de veículos, entre outros.

A região que apresenta a situação mais alarmante é a do Semi-árido Nordeste, onde a população tenta superar a falta de água com a construção de reservatórios de água para diversos fins, inclusive para consumo humano (BRESSAN *et al.*, 2005). No Nordeste brasileiro, a população, inspirada em seus antepassados, utiliza sistemas tradicionais e de pouco custo para captação de água de chuva (KAMMERS, 2004). SCHISTEK (2002) *apud* KAMMERS (2004), relata 3 desses sistemas: o caldeirão, o caxio e a cacimbas.

Os caldeirões são cavernas naturais nas rochas que, quando escavadas, se tornam excelentes reservatórios para água de chuva. Esses reservatórios geralmente têm aberturas estreitas, o que possibilita uma evaporação reduzida. A Figura 2.8 ilustra esse sistema de captação (KAMMERS, 2004).



**Fig 2.8: Caldeirão**  
**Fonte: KAMMERS (2004)**

Já os caxios são escavações feitas nas rochas, com profundidade e largura em torno de 4,40 m. Os mesmos são feitos em locais propícios para que a água escorra pela superfície e seja direcionada aos reservatórios (KAMMERS, 2004). A Figura 2.9 ilustra um caxio.



**Fig 2.9: Caxio**  
**Fonte: KAMMERS (2004)**

As cacimbas, por sua vez, são escavações feitas no leito dos rios. Neste processo é feito um buraco de 4 m<sup>2</sup> na rocha e escavado até encontrar água. Após escavado, uma parede de tijolos é levantada sobre a camada de rocha mais resistente, para evitar que a areia do leito caia na escavação. Esta murada é fechada com uma laje deixando uma abertura de 50 x 50 cm, para entrada e retirada da água (SCHISTEK, 2002 *apud* KAMMERS, 2004). A Figura 2.10 apresenta a abertura de uma cacimba.



**Fig 2.10: Abertura da cacimba**  
**Fonte: KAMMERS (2004)**

Cidades catarinenses também vêm se adaptando ao uso alternativo de água, em especial, ao aproveitamento de água de chuva. MONTIBELLER e SCHMIDT (2004) *apud* BRESSAN *et al.* (2005), realizaram um estudo do potencial de economia de água tratada utilizando água da chuva para fins não potáveis em 66 municípios do estado de Santa Catarina. Através do número de residências abastecidas, estimativa da área dos telhados e dados de precipitação pluviométrica, foi possível calcular o volume de água de chuva por município, considerando um fator de perda de 20% (KAMMERS, 2004).

Dos 66 municípios, São Miguel do Oeste foi o município que apresentou o maior potencial médio de economia, cerca de 123%, chegando a atingir 324% no mês de outubro. Já o município de Major Gercino apresentou o potencial mais baixo, apenas 10%. A análise ainda mostrou que 57 dos municípios estudados possuem potencial de economia de água tratada superior a 50%, ou seja, toda a água captada é suficiente para suprir o consumo de água para fins não potáveis (KAMMERS, 2004). A média geral de economia de água tratada nos 66 municípios catarinenses analisados foi de aproximadamente 74% (BRESSAN *et al.*, 2005).

SIMIONI *et al.* (2004) *apud* BRESSAN *et al.* (2005) realizaram um estudo em dois postos de combustíveis localizados em Florianópolis e Concórdia, levantando dados de consumo de água para lavagem de veículos e análises estatísticas dos dados de precipitação juntamente com os valores de área dos telhados dos postos. A conclusão final foi que a economia de água tratada atingiu os valores de 84% para o caso de Florianópolis e 79% para Concórdia.

A partir do levantamento das dimensões das plantas de cobertura de um condomínio residencial em Florianópolis, MARINOSKI *et al.* (2004) *apud* BRESSAN *et al.* (2005), levantaram a contribuição do aproveitamento de água de chuva, levando em consideração o consumo para fins não potáveis e a população residente no condomínio, chegando a conclusão de que seria possível um potencial de economia de água tratada da ordem de 73,7% do consumo com vasos sanitários, tanques e máquinas de lavar roupa.

### 2.3 Reúso de águas cinzas

Com a escassez dos recursos hídricos, é preciso mudar as atuais práticas de emprego de água potável para que os recursos não se esgotem tão rapidamente. Deve-se aprender a relacionar a qualidade com a quantidade de água (MIELI, 2001). Para que isto seja realizado, umas das alternativas viáveis é o reúso de água.

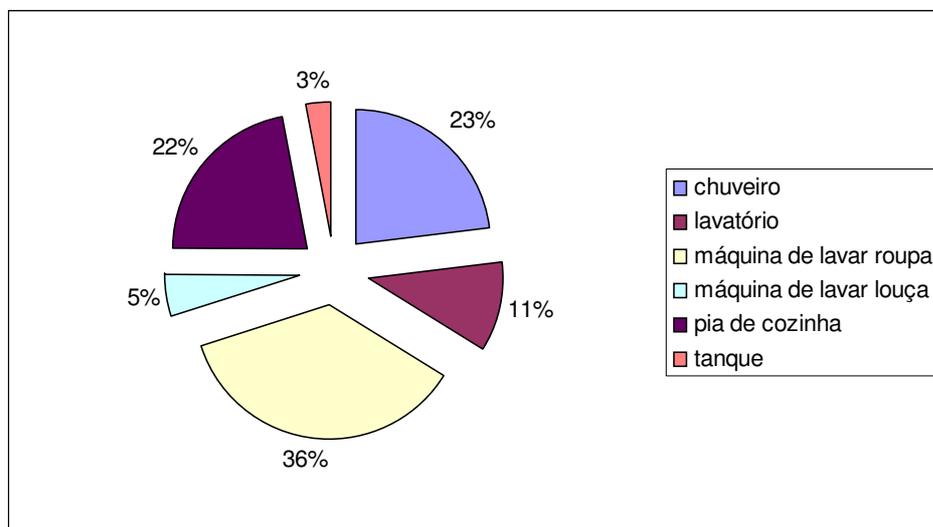
A reutilização de água não é um conceito novo e vem sendo utilizada praticamente há décadas em todo o mundo. O aumento da demanda de água e da população vem tornando o reúso intencional uma prática cada vez mais considerada (SANCHES *et al.*, 2002).

O reúso de água está inserido nos princípios fundamentais do desenvolvimento sustentável (FIORI *et al.*, 2004). Normalmente, a água é reciclada naturalmente em seu ciclo hidrológico tornando-se um recurso limpo e seguro. Entretanto, a água usada também pode ser recuperada artificialmente e reutilizada em diferentes aplicações (HESPANHOL, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2005). Em vários países do mundo, o reúso planejado da água já é utilizado com grande sucesso em diversos processos. Atualmente, já é possível reduzir os poluentes das águas já utilizadas a níveis aceitáveis através de

processos de tratamento, tornando-a apropriada para usos específicos (FIORI *et al.*, 2004). Todos os níveis da sociedade são beneficiados com a prática do reúso da água, tanto a população, ambientalistas, empresas de abastecimento de água, indústrias diversas e é claro, o próprio meio ambiente (SANCHES *et al.*, 2002).

Na prática, o reúso consiste, por exemplo, em armazenar a água proveniente de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupa, para um tratamento e uma redistribuição para atividades que não necessitam obrigatoriamente de água potável, tais como: descargas de vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagem de pisos (FIORI *et al.*, 2004). Como o esgoto proveniente da máquina de lavar roupas contém detergente, os efluentes originados poderão formar espuma, exigindo, portanto, um tratamento específico (SOARES *et al.*, 2001).

A Figura 2.11 apresenta a porcentagem de águas cinzas gerada por aparelho em um apartamento. Como pode ser observado, a máquina de lavar roupa é a maior geradora de águas cinzas com cerca de 36% do total de águas cinzas geradas em um apartamento.



**Fig 2.11: Porcentagem de águas cinzas geradas por aparelho em um apartamento**  
**Fonte: FIORI *et al.* (2005)**

O reúso da água deve ser uma atividade bem planejada para contemplar ou até mesmo substituir o uso da água potável e não apenas ser uma alternativa em momentos oportunos (SANCHES *et al.*, 2002). A reutilização das águas cinzas é uma solução

indicada, principalmente, para regiões onde há carência de água, porque garante o suprimento de água potável para outros fins, liberando os mananciais para o abastecimento humano e evitando a disposição de esgoto em mananciais, os quais muitas vezes, secam durante grande parte do ano (OLIVEIRA, 2005).

As principais vantagens da utilização de água cinzas é a preservação da água potável e a diminuição da demanda sob os mananciais de água pura, devido à substituição de uma fonte de uma água de boa qualidade por outra inferior, mas que contém a qualidade necessária para o seu uso final. O efeito da vantagem da diminuição da demanda sobre os mananciais de água pura também deve ser avaliado por seu principal impacto agregado: a redução no consumo de energia elétrica necessária para o transporte de água (FIORI *et al.*, 2004).

Segundo FIORI *et al.*, (2004), a Tabela 2.8 apresenta os principais usos de águas cinzas.

**Tabela 2.8: Principais usos de águas cinzas**

<b>PARA FINS URBANOS:</b>
• lavagem de vias públicas, pátios e veículos;
• irrigação de áreas verdes;
• desobstrução da rede coletora e de galerias de águas de chuva;
• abastecimento de banheiros.
<b>PARA FINS INDUSTRIAIS:</b>
• torres de resfriamento;
• caldeiras;
• água de processamento.
<b>PARA MEIO RUAL:</b>
• irrigação.
<b>PARA MEIO SUBTERRÂNETO:</b>
• recarga do lençol freático.

**Fonte: FIORI *et al.* (2004)**

Independente do fim, o reúso de água depende de sua qualidade física, química e microbiológica. Dessa forma, é possível estabelecer critérios de qualidade que sejam orientadores para o reúso, pois a maioria dos parâmetros físico-químicos de qualidade são facilmente compreendidos. Portanto, para que a água possa ser reutilizada, ela deve

satisfazer os critérios recomendados e, para isso, é necessário conhecer as características físicas, químicas e biológicas das águas cinzas (FIORI *et al.*, 2004).

Os impactos sociais, ambientais e econômicos da prática de reúso, devem ser criteriosamente avaliados para que o objetivo da proposta se aproxime da ótima exploração dos recursos hídricos (SANCHES *et al.*, 2002).

### 2.3.1 Definições

Adiante serão apresentadas algumas definições que ajudarão a compreender melhor a prática de reúso de águas cinzas. A Tabela 2.9 apresenta definições de alguns tipos de água.

**Tabela 2.9: Definições de tipos de água**

TIPO	DEFINIÇÃO	FONTE
ÁGUA POTÁVEL	Água que atende ao padrão de potabilidade determinado pela Portaria do Ministério da Saúde MS 518/04.	ANA <i>et al.</i> (2005)
ÁGUA PURA	Água comum que contém, em excesso, minerais dissolvidos, como cálcio e magnésio. O termo se originou do inglês, em razão da ausência de espuma do sabão, ao lavar-se as mãos com este tipo de água, era difícil (hard) de lavá-las.	TOMAZ (1998)
ÁGUA MINERAL	É aquela proveniente de fonte natural ou de fonte artificial captada, e que possui composição química ou propriedade física ou físico-química distinta da água comum, com características que lhe confere uma ação medicamentosa.	TOMAZ (1998)

**Tabela 2.9: Definições de tipos de água (Continuação)**

<b>TIPO</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
ÁGUA SUPERFICIAL	Água superficial é, por definição, toda água em contato direto com a atmosfera e sujeita ao escoamento superficial da água de chuva.	TOMAZ (1998)
ÁGUA DE DRENAGEM DE TERRENO	Água proveniente do lençol freático presente no nível da edificação, captada através de sistemas de drenagem e de contenção e do subsolo.	ANA <i>et al.</i> (2005)
ÁGUA DE QUALIDADE INFERIOR	Águas não caracterizadas como água residuária, inadequadas para usos mais exigentes.	ANA <i>et al.</i> (2005)
ÁGUA SERVIDA	Água proveniente das banheiras, chuveiros, pias de banheiro e máquinas de lavar roupas, principalmente. Não inclui as águas provenientes das pias de cozinha, máquinas de lavar pratos e bacia sanitária.	TOMAZ (1998)
ÁGUA DE REÚSO	É a água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização.	ANA <i>et al.</i> (2005)
ÁGUAS NEGRAS	Águas que contêm excretas humanas, oriundas das bacias sanitárias.	Nelson Candur Dacach, Sistemas Urbanos de Esgoto, 1984 <i>apud</i> TOMAZ (1998)
ÁGUA RECUPERADA	Esgoto ou água de qualidade inferior que após tratamento é adequada para usos benéficos.	ANA <i>et al.</i> (2005)

A Tabela 2.10 apresenta definições de alguns tipos de reúso. Como pode ser observado o reúso de águas cinzas pode ser classificado em diversos tipos.

Tabela 2.10: Definições de reúso

TIPO	DEFINIÇÃO	FONTE
REÚSO DE ÁGUA	Processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim. Essa reutilização pode ser direta ou indireta, decorrente de ações planejadas ou não.	MIELI (2001)
REÚSO INDIRETO DE ÁGUA	Uso de água residuária ou água de qualidade inferior, em sua forma diluída, após lançamento em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.	ANA <i>et al.</i> (2005)
REÚSO INDIRETO PLANEJADO DE ÁGUA	Ocorre quando o esgoto, depois de tratado, é lançado de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneos, para ser utilizado de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico. Para este tipo de reúso, pressupõe-se que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes nos corpos de água no caminho do processo.	SILVA (2003) <i>apud</i> FIORI <i>et al.</i> (2004)
REÚSO INDIRETO NÃO PLANEJADO DE ÁGUA	É aquele em que a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada.	MIELI (2001)
REÚSO POTÁVEL INDIRETO	É uma forma de reúso que envolve a introdução de águas cinzas recuperadas em um manancial de água bruta (superficial ou subterrâneo). Deste modo, antes da captação da água, ocorrem a diluição, assimilação e autodepuração das águas cinzas no corpo receptor.	METCALF e EDDY (1991), <i>apud</i> FELIZATTO (2001)
REÚSO DIRETO DE ÁGUA	É o uso planejado de água de reúso, conduzido ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos.	ANA <i>et al.</i> (2005)

Tabela 2.10: Definições de reuso (Continuação)

TIPO	DEFINIÇÃO	FONTE
REÚSO DIRETO PLANEJADO DE ÁGUA	É aquele cujos efluentes, após tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso. Já vem sendo praticado por indústrias e em irrigação.	MIELI (2001)
REÚDO DIRETO DE EFLUENTES OU REÚSO EM CASCATA	Efluente originado em um determinado processo que é diretamente utilizado em um processo subsequente.	ANA <i>et al.</i> (2005)
REÚSO POTÁVEL DIRETO	Ocorre quando o reuso envolve a introdução direta de águas cinzas recuperadas em um sistema de abastecimento público de água, geralmente possibilitando a mistura de águas cinzas recuperadas com a água de abastecimento normal do sistema.	METCALF e EDDY (1991) <i>apud</i> FELIZATTO (2001)
REÚSO DE EFLUENTES APÓS TRATAMENTO ADICIONAL	Alternativa de reuso direto de efluentes tratados que necessitam de sistemas complementares de tratamento para reduzir a concentração de algum contaminante específico.	ANA <i>et al.</i> (2005)
REÚSO MACRO EXTERNO	reuso de esgoto sanitário ou industrial tratado, proveniente de estações de tratamento administradas por concessionárias ou outra indústria.	ANA <i>et al.</i> (2005)
REÚSO MACRO INTERNO	Uso interno de efluentes, tratados ou não, provenientes de atividades realizadas na própria indústria.	ANA <i>et al.</i> (2005)
RECICLAGEM DA ÁGUA	É um caso particular de reuso direto. É o reuso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou em outro local de disposição, funcionando como fonte suplementar de abastecimento do uso original da água.	SILVA (2003) <i>apud</i> FIORI <i>et al.</i> (2004)

**Tabela 2.10: Definições de reúso (Continuação)**

TIPO	DEFINIÇÃO	FONTE
RECUPERAÇÃO DE ÁGUA	É a renovação de água através de seu tratamento até que se estabeleça sua qualidade original. Em uma definição mais relacionada com reúso, significa melhorar a qualidade de água para que esta possa ser utilizada em reúso direto.	METCALF e EDDY (1991) <i>apud</i> FELIZATTO (2001)

Já a Tabela 2.10 apresenta as definições de alguns efluentes. Como pode ser observado o esgoto sanitário pode ser dividido em esgoto doméstico e esgoto sanitário.

**Tabela 2.11: Definições de efluentes**

TIPO	DEFINIÇÃO	FONTE
ESGOTO SANITÁRIO	Despejo líquido constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e parcela de contribuição pluvial.	ANA <i>et al.</i> (2005)
ESGOTO OU EFLUENTE DOMÉSTICO	Despejo líquido resultante do uso da água para preparação de alimentos, operações de lavagem e para satisfação de necessidades higiênicas e fisiológicas.	ANA <i>et al.</i> (2005)
ESGOTO OU EFLUENTE INDUSTRIAL	Despejo líquido resultante da atividade industrial.	ANA <i>et al.</i> (2005)

### 2.3.2 Histórico

O reúso de água não é um conceito novo. Através do ciclo hidrológico, a natureza vem reciclando e reutilizando a água há milhões de anos. Cidades, lavouras e indústrias já utilizam há muitos anos, de uma forma indireta, ou pelo menos não planejada de reúso (ANA *et al.*, 2005).

Segundo LIEBMANN e MEURE (1979) *apud* FELIZATTO (2001), o reúso de águas cinzas é praticado desde a Civilização Minóica, na Ilha de Creta na Grécia Antiga. Essas evidências se estendem ao reúso na agricultura no emprego da irrigação, há aproximadamente 5000 anos.

Em Londres, durante o século XIX, o despejo em larga escala de esgotos transportados através de carroças nas águas superficiais, conduziram a um uso indireto de águas residuárias na produção de água para uso humano. Esse reúso associado ao tratamento inadequado das águas residuárias durante o período de 1840 a 1850, originou epidemias catastróficas de doenças veiculadas pela água como a cólera asiática e a febre tifóide. Entretanto, quando a associação entre abastecimento público de água e essas doenças tornou-se claro para os sanitaristas da época, foram implementadas algumas soluções e a progressiva introdução da filtração de água durante os anos de 1850 a 1860 (FELIZATTO, 2001).

Segundo ASANO (1996) *apud* FELIZATTO (2001), o avanço no conhecimento microbiológico e o grande impulso nos processos de desinfecção ocorridos no último século XIX, fizeram com que esse período fosse conhecido como a era do grande despertar sanitário. Já em 1904, o desenvolvimento do processo de lodos ativados foi um grande avanço no desenvolvimento dos sistemas de tratamento biológico, no controle da poluição e no tratamento de águas residuárias.

A partir de 1960, o aperfeiçoamento da tecnologia das operações físicas, químicas e biológicas no processamento de águas residuárias deu início a era da recuperação, reciclagem e reúso das águas residuárias. Novas e valiosas colaborações no entendimento do risco à saúde e nos conceitos de engenharia de projeto de sistemas para reúso de água foram promovidas devido aos esforços de pesquisas contínuas e intensivas, motivadas pelas pressões de regulamentações e pela escassez de água (FELIZATTO, 2001).

Um bom exemplo é o caso do ministério da saúde de Israel, que em 1965, emitiu regulamentos que permitiam o reúso de efluentes secundários para irrigação de cultivos de vegetais, exceto os vegetais que fossem consumidos sem cozimento (FELIZATTO, 2001).

Na década de 80 o termo “água de reúso” passou a ser utilizado com mais frequência (OLIVEIRA, 2005). Segundo ASANO e LEVINE (1996) *apud* FELIZATTO (2001), nos anos 90, houve um crescente aumento no interesse da implementação do reúso de água em várias partes do mundo para diversos tipos de uso, tais como: agrícola,

público e industrial, em especial, nas regiões áridas e semi-áridas, onde o clima impõe sérias limitações à produção agrícola e a subsistência humana.

### 2.3.3 Águas cinzas

Águas cinzas são os efluentes que não possuem contribuição de vaso sanitário, ou seja, o esgoto gerado pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e pias de cozinha em residências, escritórios comerciais, escolas, etc. No Brasil, geralmente são despejados restos alimentares nas pias de cozinha, provocando no efluente grande concentração de matéria orgânica (ANA *et al.*, 2005). Por este motivo, o efluente da pia de cozinha não pode ser considerado como águas cinzas para prática de reúso.

Os componentes presentes na água variam de acordo com a fonte selecionada. Sendo assim, é possível segregar o efluente de um conjunto de aparelhos sanitários, definindo as características da água a ser reutilizada (ANA *et al.*, 2005).

As águas cinzas podem conter contaminações das mais diversas, devido a grande flexibilidade de uso dos aparelhos sanitários. Muitas pessoas fazem a sua higienização no próprio banho, após a utilização do vaso sanitário, ou ainda, é comum ocorrer a lavagem de ferimentos em torneiras de lavatórios ou tanques, como também, ter a presença de urina na água de banho (ANA *et al.*, 2005).

Os aspectos econômicos e socioculturais também podem influenciar na composição das águas cinzas. Portanto, recomenda-se que sejam caracterizadas amostras de águas cinzas de outras regiões do Brasil (ANA *et al.*, 2005).

### 2.3.4 Sistema de reúso de águas cinzas

O esquema básico de um sistema de utilização de águas cinzas consiste em um sistema de coleta de águas cinzas, um subsistema de condução da água (ramais, tubos de queda e condutores), uma unidade de tratamento de água (por exemplo: gradeamento, decantação, filtro e desinfecção), um reservatório de armazenamento, um reservatório superior e a rede de distribuição (FIORI *et al.*, 2004).

É importante considerar que, em edifícios residenciais, a oferta de água cinza é mais abundante, considerando-se a maior parcela de consumo de água dedicada às atividades de higiene pessoal e preparo de alimentos. Já em edifícios comerciais, as águas cinzas apresentarão volumes relativamente pequenos, pois serão formadas, quase exclusivamente, de águas provenientes dos lavatórios (ANA *et al.*, 2005).

Segundo ANA *et al.* (2005), os principais elementos associados ao projeto de sistemas de reúso de águas cinzas são os seguintes:

- Pontos de coleta de águas cinzas e pontos de uso;
- Determinação de vazões disponíveis;
- Dimensionamento do sistema de coleta e transporte das águas cinzas brutas;
- Determinação do volume de água a ser armazenado;
- Estabelecimento dos usos das águas cinzas tratadas;
- Definição dos parâmetros de qualidade da água em função dos usos estabelecidos;
- Tratamento da água e,
- Dimensionamento do sistema de distribuição de água tratada aos pontos de consumo.

Os pontos de coleta de águas cinzas devem ser determinados a partir do tipo de água cinza a ser coletada e em função da configuração hidráulica do edifício (ANA *et al.*, 2005). Segundo LAVRADOR (1987) *apud* SANCHES *et al.* (2002), tal manejo consiste em hierarquizar os usos da água de acordo com o grau de qualidade exigida, tendo-se em conta, sobretudo, os aspectos de saúde pública. Assim, as águas primárias de boa qualidade são conservadas para usos mais exigentes, normalmente o uso potável, enquanto outros efluentes são adequadamente tratados e recuperados para utilização em usos menos exigentes.

O sistema de coleta e transporte de águas cinzas é composto pelos condutores horizontais e verticais que transportam as águas cinzas coletadas ao sistema de tratamento, para posteriormente serem levadas aos reservatórios de armazenamento. O sistema de tratamento deverá se encontrar em local afastado para não causar incômodos

aos usuários das edificações (ANA *et al.*, 2005). Existem diversas tecnologias para tratamento de efluentes, mas tal processo deve ser diferenciado para as diversas regiões brasileiras atendendo as características climáticas, sócio-culturais e técnicas individuais (SANCHES *et al.*, 2002).

De acordo com SETTI (1995) *apud* SANCHES *et al.* (2002), o aspecto de maior relevância a ser observado é a questão do monitoramento e controle da qualidade das águas cinzas captadas. Assim, devido às condições envolvidas, deverá ser realizado um monitoramento com objetivo de programação específica, abrangendo o controle de qualidade do efluente, para garantir os valores necessários de parâmetros qualitativos do efluente reusado.

O dimensionamento desse sistema deverá ser efetuado em conjunto com o projeto hidráulico do edifício em consideração. O volume dos reservatórios de armazenamento deverá ser determinado com base nas características ocupacionais do edifício e as vazões associadas às peças hidráulicas correspondentes (vazão de águas cinzas), e na demanda de água dos aparelhos que serão abastecidos pelo sistema de reúso (vazão de reúso). Cabe ressaltar que o sistema predial de água de reúso deve ser concebido e executado de forma independente dos demais sistemas hidráulicos da edificação (ANA *et al.*, 2005).

### 2.3.5 Qualidade das águas cinzas

O reúso de água é uma técnica seguramente viável, mas para a sua efetiva utilização deve-se estar atento para problemas relacionados com a contaminação. Devem ser estabelecidos e monitorados periodicamente os parâmetros de qualidade das águas cinzas, tendo em vista o objeto de uso final e valores de controle (NUNES *et al.*, 2005).

É importante conhecer as características das águas cinzas para a avaliação da possibilidade de reúso, considerando também os efeitos da associação de duas ou mais substâncias, as quais podem gerar compostos desconhecidos. Os componentes presentes na água variam de uma fonte para outra, onde os estilos de vida, costumes, instalações e usos de produtos químicos são variáveis muito importantes (NUNES *et al.*, 2005).

Entretanto, a qualidade das águas cinzas dependem fundamentalmente dos aspectos físicos, químicos e microbiológicos. Os parâmetros físico-químicos, geralmente, são bem compreendidos, sendo possível estabelecer critérios de qualidade orientadores para o reúso. Já os níveis microbiológicos relativos à saúde são mais difíceis de serem quantificados, devido a variedade de parâmetros e recomendações de uso, variáveis em nível mundial (CROOK, 1993 e HRUDEY, 1989 *apud* OLIVEIRA, 2005).

A Tabela 2.12 apresenta valores de parâmetros de águas cinzas de alguns autores. Quanto à variação observada nos parâmetros, é notável que estes autores verificaram uma oscilação significativa entre os resultados (LIMA *et al.*, 2005).

**Tabela 2.12: Comparação da caracterização das águas cinzas conforme alguns autores**

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÕES		
	Cristova-Boal <i>et al.</i> (1996) <i>apud</i> Santos (2003)	Santos <i>et al.</i> (2003)	Fiori <i>et al.</i> (2004)
Cor (Hz)	60 – 100	52,30	---
Turbidez (NTU)	60 – 240	37,35	337,3
pH	6,4 – 8,1	7,2	7,04
OD (mg/L)	---	4,63	---
Fósforo Total (mg/L)	0,11 – 1,8	6,24	0,84
DBO (mg/L)	76 – 200	96,54	273
DQO (mg/L)	---	---	522,3
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	500 – $2,4 \times 10^7$	$11 \times 10^6$	$1,6 \times 10^5$
Coliformes fecais (NMP/100mL)	170 – $3,3 \times 10^3$	$1 \times 10^6$	$1,3 \times 10^5$
Contagem bacteriológica (UFC/mL)	---	---	$3,2 \times 10^6$

**Fonte: LIMA *et al.* (2005)**

Conforme SANTOS (2002) *apud* FIORI *et al.* (2004), a qualidade das águas cinzas deve garantir a segurança sanitária. Segundo SOUZA (1997) *apud* FELIZATTO (2001), os fatores que afetam a qualidade das águas cinzas incluem:

- A qualidade na fonte geradora;

- O processo de tratamento de águas cinzas;
- A confiabilidade no processo de recuperação de água;
- O projeto e a operação dos sistemas de distribuição.

Segundo ANA *et al.* (2005), pode-se também definir classes de água para reúso e também parâmetros característicos segundo o uso mais restritivo. Parâmetros característicos das águas cinzas classe 1 são mostrados na Tabela 2.13.

**Tabela 2.13: Parâmetros característicos das águas cinzas classe 1**

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÕES
Coliformes fecais <sup>1</sup>	Não detectáveis
pH	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
DBO <sup>2</sup> (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis <sup>3</sup>	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total <sup>4</sup> (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
Sólido suspenso total (SST)	≤ 5 mg/L
Sólido dissolvido total <sup>5</sup> (SDT)	≤ 500 mg/L

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

1. Esse parâmetro é prioritário para os usos considerados.
2. O controle da carga orgânica biodegradável evita a proliferação de microrganismos e cheiro desagradável, em função do processo de decomposição, que podem ocorrer em linhas e reservatórios de decomposição.
3. O controle deste composto visa evitar odores desagradáveis, principalmente em aplicações externas em dias quentes.
4. O controle de formas de nitrogênio e fósforo visa evitar a proliferação de algas e filmes biológicos, que podem formar depósitos em tubulações, peças sanitárias, reservatórios, tanques etc.
5. Valor recomendado para lavagem de roupas e veículos.

Os usos preponderantes para as águas tratadas desta classe, nos edifícios, são basicamente os seguintes:

- Descarga de vasos sanitários;
- Lavagem de pisos;
- Fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.);
- Lavagem de roupas e de veículos.

Os parâmetros básicos para águas cinzas de classe 2 são apresentados na Tabela 2.14.

**Tabela 2.14: Parâmetros básicos das águas cinzas classe 2**

<b>PARÂMETROS</b>	<b>CONCENTRAÇÕES</b>
Coliformes fecais	$\leq 1000/\text{mL}$
pH	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	$\leq 10$ UH
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	$\leq 1,0$ mg/L
DBO (mg/L)	$\leq 30$ mg/L
Compostos orgânicos voláteis	Ausentes
Sólidos suspensos totais (mg/L)	30 mg/L

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

Os usos preponderantes nessa classe são associados às fases de construção da edificação:

- Lavagem de agregados;
- Preparação de concreto;
- Compactação do solo;
- Controle de poeira.

Por último, os parâmetros básicos para águas cinzas classe 3 são apresentados na Tabela 2.15.

**Tabela 2.15: Parâmetros básicos das águas cinzas classe 3**

PARÂMETROS		CONCENTRAÇÕES	
pH		Entre 6,0 e 9,0	
Salinidade		0,7 < EC (dS/m) < 3,0 450 < SDT (mg/L) < 1500	
Toxicidade por íons específicos	Para irrigação superficial	Sódio (SAR)	Entre 3 e 9
		Cloretos (mg/L)	< 350 mg/L
		Cloro residual (mg/L)	Máxima de 1 mg/L
	Para irrigação com aspersores	Sódio (SAR)	> ou = 3,0
		Cloretos (mg/L)	< 100 mg/L
		Cloro residual (mg/L)	< 1,0 mg/L
Boro (mg/L)	Irrigação de culturas alimentícias	0,7 mg/L	
	Regas de jardim e similares	3,0 mg/L	
Nitrogênio total (mg/L)		5 – 30 mg/L	
DBO (mg/L)		< 20 mg/L	
Sólidos suspensos totais (mg/L)		< 20 mg/L	
Turbidez (UT)		< 5 UT	
Cor aparente (UH)		<30 UT	
Coliformes fecais (mL)		< 200/100 mL	

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

Neste caso, as águas cinzas são usadas preponderantemente na irrigação de áreas verdes e rega de jardins.

### 2.3.6 Tratamento

Há muitos anos, os cientistas acreditavam que a água destilada era a chamada “água pura”, mas, atualmente, os aparelhos de medição são tão sofisticados que encontraram impurezas até na água destilada.

A configuração dos processos de tratamento e recuperação de águas cinzas pode apresentar várias possibilidades. O que diferencia cada alternativa é que o processo escolhido produzirá um efluente com determinadas características em função da qualidade da água recuperada, sendo que os custos de tratamento e recuperação (investimento inicial, operação e manutenção) aumentam à medida que a qualidade da água recuperada também aumenta (FELIZATTO, 2001).

Em muitos casos, o tratamento de efluentes pode ser realizado utilizando as mesmas tecnologias utilizadas para o tratamento da água. Entretanto, muitas vezes, pode

ser necessário o uso de outras tecnologias, as quais são específicas para a remoção dos contaminantes presentes nos efluentes (ANA *et al.*, 2005).

Quanto ao tratamento de efluentes para consumo humano, este processo exige maiores atenções. As barreiras que impedem este tipo de utilização estão voltadas ao alto custo das tecnologias disponíveis; o desconhecimento, de forma ampla e profunda sobre a relação de poluentes e contaminantes dos recursos hídricos e a dificuldade de controlar a vulnerabilidade da qualidade da água processada, o que pode trazer riscos inaceitáveis à saúde humana. Sendo assim, a princípio, não recomenda-se que o reuso de águas cinzas seja aplicado para o consumo humano (SANCHES *et al.*, 2002).

### 2.3.7 Cuidados necessários

A qualidade da água utilizada e o fim específico de reuso estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os investimentos a serem alocados (ANA *et al.*, 2005).

Os elevados riscos associados à utilização de efluentes para fins potáveis exigem cuidados extremos para resguardar a saúde pública. Já os usos urbanos para fins não-potáveis envolvem riscos menores, porém é importante associar às possibilidades de reuso de efluentes um sistema de gestão e monitoramento contínuo, para resguardar a saúde pública e garantir a eficiência dos sistemas envolvidos (ANA *et al.*, 2005).

O esgoto, depois de tratado, pode ser utilizado eficientemente para fins não potáveis, desde que o tipo de tratamento utilizado seja adequado e remova, principalmente, microrganismos patogênicos e matéria orgânica. A concentração desses componentes na água recuperada deve ser reduzida, devendo-se, também, controlar especificamente os constituintes químicos e/ou limitando a exposição pública, o contato, a inalação e a ingestão da água recuperada (CROOK *et al.*, 1994 *apud* NUNES *et al.*, 2005).

As medidas de segurança necessárias para implementação de um programa de reuso devem começar pela obrigatoriedade da separação e da pintura distinta entre as tubulações de água tratada e da água de reuso (FIORI *et al.*, 2004). Além disso, é importante e necessário garantir a aceitação dos usuários, através de critérios de

qualidade que dependam das seguintes condições: a água deve atender às exigências de qualidade inerentes ao uso não-potáveis a que ela se destina e não deve provocar nenhum tipo de objeção devido a sua qualidade estética (NUNES *et al.*, 2005).

### 2.3.8 Exemplos de casos

Enquanto no Brasil há poucas iniciativas da prática de reuso, em muitas regiões do mundo isso já ocorre em larga escala (HESPANHOL, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2005). No Japão, os condomínios, hotéis e hospitais passaram a ser construídos com sistemas particulares de aproveitamento de águas cinzas (SOARES *et al.*, 2001). Neste país, uma grande quantidade de municípios tem edifícios projetados para praticar a coleta da água do esgoto secundário, que depois de tratada é utilizada para alimentar as caixas de descarga. Esta medida gera uma economia de até 30% no consumo (OLIVEIRA, 2005).

Em Israel, toda a água é aproveitada, mesmo aquela que já foi utilizada. Em todos os apartamentos há hidrômetros individuais, a água do mar é dessalinizada e os esgotos domésticos são utilizados na agricultura (TOMAZ, 1998). Em regiões onde quase não há água de chuva, como a região do Dan, também em Israel, Chipre e em muitas regiões dos Estados Unidos, foi desenvolvida a prática da recarga artificial de aquífero, utilizando este procedimento como tratamento de esgotos (HESPANHOL, 2002). O Estado da Califórnia, nos Estados Unidos, em 1994, aprovou que os moradores de residências unifamiliares fizessem a irrigação subsuperficial com esgotos secundários para finalidades paisagísticas (OLIVEIRA, 2005).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1973) *apud* FELIZATTO (2001), em Windhoek, na Namíbia, foram conduzidas pesquisas extensivas sobre o reuso potável direto. As águas recuperadas foram utilizadas com êxito para o abastecimento de água potável desse município, sendo o primeiro caso de reuso potável direto divulgado tecnicamente. Durante um período desse experimento, um terço do abastecimento da cidade era composto por água recuperada. O sistema operou com sucesso e sem maiores objeções por parte do público, e ressalta-se que a escassez de água não permitiu outra solução para que esse projeto não fosse planejado.

A república de Singapura está tomando várias medidas para conservação da água, procurando substituir a água potável por água não potável para fins comerciais e industriais. As indústrias retiram 11,1 milhões de metros cúbicos de água do mar por dia, somente para reusá-la como água de resfriamento.

No Brasil, algumas regiões já realizam a prática de reúso. Em São Paulo, o reúso já é praticado pela Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (SABESP), que tem cinco pontos de tratamento e vende água para reutilização em indústrias de vários municípios. Um bom exemplo é a empresa Linhas Correntes que adquire água tratada do efluente da Estação Ipiranga. Municípios da região do ABC paulista, como Santo André e São Caetano do Sul são outros exemplos. Nestas regiões, o reúso se dá na rega de jardins públicos e lavagem de ruas (OLIVEIRA, 2005).

A Tabela 2.16 apresenta alguns casos sucintos de sucesso da prática de reúso de água no Brasil e seu respectivo investimento, apresentados pelo Departamento do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo) e CIESP (Centro das Indústrias do Estado de São Paulo).

**Tabela 2.16: Casos de sucesso em reúso de águas cinzas**

<b>EMPRESA</b>	<b>ATIVIDADE PRINCIPAL</b>	<b>INVESTIMENTO (R\$)</b>	<b>ECONOMIA DE ÁGUA</b>
Pólo Petroquímico de São Paulo	Fornecimento de petróleo	145.000.000,00	Não fornecida
Brastemp	Eletrodomésticos	1.000.000,00	Não fornecida
3M do Brasil Ltda	Indústria Química	33.000.000,00	97.000 m <sup>3</sup> /ano
INA Brasil	Fabricantes de rolamentos	2.000.000,00	Não fornecida
Kodak Brasileira Com. Ind. Ltda	Indústria Química Fotográfica	41.800,00	65%
Continental	Eletrodomésticos	5.000,00	Não fornecida
AlSCO Toalheiro Brasil	Lavanderia industrial	20.000,00	80m <sup>3</sup> / dia
Pilkington Brasil Ltda	Fabricantes de vidros	280.000,00	95%
Volkswagen	Montagem de veículos	5.000.000,00	70 mil m <sup>3</sup> / mês
Mahle Metal Leve S/A	Indústria metalúrgica	65.000,00	Não fornecida
Elekeiroz	Indústria química	320.000,00	Não fornecida
DaimlerChrysler	Montagem de veículos	15.000.000,00	Não fornecida
BSH Continental Eletrodomésticos Ltda.	Indústria Metalúrgica (fogões)	Não fornecido	2500m <sup>3</sup> / mês

**Fonte: FIESP e CIESP**

**Tabela 2.16: Casos de sucesso em reúso de águas cinzas (Continuação)**

<b>EMPRESA</b>	<b>ATIVIDADE PRINCIPAL</b>	<b>INVESTIMENTO (R\$)</b>	<b>ECONOMIA DE ÁGUA</b>
Votorantim Celulose e Paoel	Indústria de celulose e papel	138.000.000,00	34%
Ford Motor Company Brasil Ltda	Indústria mecânica	10.000,00	Não fornecida
Companhia Brasileira de bebidas	Produção de Bebidas	97.500,00	650.000 m <sup>3</sup>
Rohm and Haas Química Ltda.	Fabricação de Produtos Químicos	150.000,00	70%
Alpargatas Santista Têxtil S/A	Fabricação de Tecido Índigo.	Não fornecido	20 m <sup>3</sup> /h
Replan / Petrobrás	Refino de petróleo	4.000.000,00	350m <sup>3</sup> /h
Coats Correntes	Indústria têxtil	Não fornecido	40%
Natura	Indústria de cosméticos	9.000.000,00	Não fornecida
Burigotto S.A. Industria e Comércio	Carrinhos para bebes e acessórios	Não fornecido	810 m <sup>3</sup> /mês

**Fonte: FIESP e CIESP**

A gestão adequada dos recursos hídricos e do tratamento sanitário dá as condições necessárias para reutilização da água. O reúso não planejado de água já é adotado em várias cidades do Brasil, porém deve ser empregado o reúso planejado em todas as demais regiões brasileiras que já sofrem os impactos negativos da escassez de água (SOARES *et al.*, 2001).

## 2.4 Equipamentos economizadores

A crescente falta de água nos grandes centros urbanos torna necessária a busca de soluções para garantia de abastecimento através da utilização de fontes alternativas de água ou de tecnologias que visam reduzir o consumo de água nos equipamentos sanitários das edificações (SCHMIDT *et al.*, 2005).

Algumas ações podem ser aplicadas para reduzir o consumo de água nos edifícios. No entanto, essas ações ao serem implementadas podem sugerir a escolha de equipamentos economizadores de água a serem empregados nos diversos pontos de consumo, como também, a partir do conhecimento da forma de distribuição do consumo nas diferentes atividades, identificar quais deveriam ser priorizadas (YWASHIMA *et al.*, 2005).

A estimativa dos volumes envolvidos nas atividades relacionadas com o uso da água podem ser identificadas a partir de um levantamento em campo, sendo possível realizar na seqüência uma avaliação técnica para a especificação dos equipamentos economizadores a serem previstos nos pontos de consumo de água (YWASHIMA *et al.*, 2005).

O objetivo das instalações de equipamentos economizadores é reduzir o consumo de água independente da ação do usuário ou da sua mudança de seu comportamento. Para tanto, é imprescindível o aperfeiçoamento da capacitação técnica dos usuários responsáveis pela manutenção no edifício, tendo-se em vista os novos componentes a ser instalados (ANA *et al.*, 2005).

Muitas vezes, a introdução destes equipamentos na pós-ocupação de um edifício torna-se onerosa e, eventualmente, tecnicamente inviável (SCHMIDT *et al.*, 2005). A vantagem econômica da adequação do sistema, obtida pela substituição de componentes convencionais por economizadores, depende das condições locais. Desta forma, deve-se verificar com antecedência, os componentes a serem especificados, seus respectivos custos, inclusive de mão-de-obra e, ainda, a necessidade de obras civis (ANA *et al.*, 2005).

A adequada especificação de equipamentos exige a compreensão do funcionamento do aparelho, das atividades envolvidas e do tipo de usuário para identificação dos requisitos de desempenho a serem atendidos. Muitas vezes a especificação de um componente hidráulico, não necessariamente com características economizadoras de água, pode resultar na redução do consumo em razão da facilidade de uso e das características de utilização (ANA *et al.*, 2005).

Segundo ANA *et al.* (2005), os componentes economizadores de água nos sistemas prediais apresentam características específicas de instalação, funcionamento, operação e manutenção. Para a garantia de desempenho desses equipamentos, com obtenção e manutenção dos índices de consumo de água esperados, é fundamental que os mesmos:

- Sejam especificados adequadamente, em função do uso a que se destinam e do tipo de usuário;

- Sejam instalados corretamente, de acordo com as orientações e especificações dos respectivos fabricantes;
- Sejam utilizados da maneira adequada, para o fim a que se destinam, com eventual capacitação de usuários quando for o caso;
- Recebam a manutenção necessária (preventiva ou corretiva) que garanta a regulagem e o funcionamento correto dos equipamentos, de acordo com as especificações dos respectivos fabricantes.

A especificação de louças, metais sanitários e equipamentos hidráulicos é um dos fatores que determinam o maior ou menor consumo de água em uma edificação, ao longo de sua vida útil. Existe atualmente no mercado brasileiro uma grande variedade de equipamentos sanitários que têm como objetivo atender às necessidades dos usuários e promover o uso racional da água para as atividades a que se destinam (ANA *et al.*, 2005).

Preferencialmente, devem ser especificados equipamentos cujos componentes apresentem maior durabilidade para viabilizar os custos provenientes de manutenção (ANA *et al.*, 2005).

A instalação de equipamentos economizadores nos pontos de grande consumo pode reduzir volumes significativos de água. Sendo assim, é importante estudar os principais equipamentos economizadores disponíveis no mercado nacional para, posteriormente, em conjunto com a análise das atividades realizadas com o uso da água, identificar aqueles componentes passíveis, técnica e economicamente, de instalação para cada tipologia de edificação (YWASHIMA *et al.*, 2005).

### 2.4.1 Perdas

Independentemente da tipologia do edifício considerado, o consumo total de água é composto por uma parcela efetivamente utilizada e outra perdida (YWASHIMA *et al.*, 2005). A água utilizada é aquela necessária para a realização de diversas atividades, sendo que as perdas originadas pelo desperdício (ANA *et al.*, 2005).

Dados da ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental) apontam que no transporte de água, da estação de tratamento até o consumidor, são registrados perdas físicas e não físicas de 43%, em média, sendo 60% no ramal predial.

Segundo ANA *et al.* (2005), geralmente, as perdas físicas ocorrem devido a:

- Vazamentos: quando há fuga de água no sistema, por exemplo, em tubulações, conexões, reservatórios, equipamentos, entre outros;
- Mau desempenho do sistema: por exemplo, um sistema de recirculação de água quente operando inadequadamente, ou seja, com tempo de espera longo;
- Negligência do usuário: como por exemplo uma torneira deixada mal fechada após o uso.

Pesquisas feitas nos Estados Unidos sobre instalações hidráulicas internas e uma residência mostraram que, com uma revisão geral em toda a instalação, é possível ter uma economia de aproximadamente 15% de água. As perdas acontecem com vazamentos de torneiras, vasos sanitários, vazamentos invisíveis, entre outros (TOMAZ, 1998). A Tabela 2.17 apresenta os volumes perdidos em vazamentos de alguns tipos equipamentos sanitários. O vaso sanitário apresenta as maiores perdas de água em uma edificação quando o mesmo for mal utilizado ou possuir vazamentos.

**Tabela 2.17: Volumes perdidos em vazamentos**

<b>APARELHO/EQUIPAMENTOS SANITÁRIO</b>		<b>PERDA ESTIMADA</b>
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	>33 litros/dia
	Filete Ø 2 mm	>114 litros/dia
	Filete Ø 4 mm	>333 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
Mictório	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

**Tabela 2.17: Volumes perdidos em vazamentos (Continuação)**

APARELHO/EQUIPAMENTOS SANITÁRIO		PERDA ESTIMADA
Vaso sanitário com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros/dia (supondo a válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vaza no registro	0,86 litros/dia
	Vaza no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

O Banco Mundial e os demais bancos internacionais adotam, para países em desenvolvimento, o limite tolerável de 25% de perdas de água. Enquanto isso, para os países desenvolvidos, a Associação Americana de Serviços de Água (*American Water Association – AWWA*), por meio de um comitê especial para o assunto, adotou como toleráveis, desde julho de 1996, índices para perdas de água desde que menores que 10%. Em 1957, a AWWA tinha adotado a taxa de 15% como tolerável, o que durou até julho de 1996, quando, devido às novas tecnologias e ao crescente custo da água, a taxa de perda foi diminuída para menos de 10% (TOMAZ, 1998).

A Tabela 2.18 apresenta as perdas d'água de alguns países:

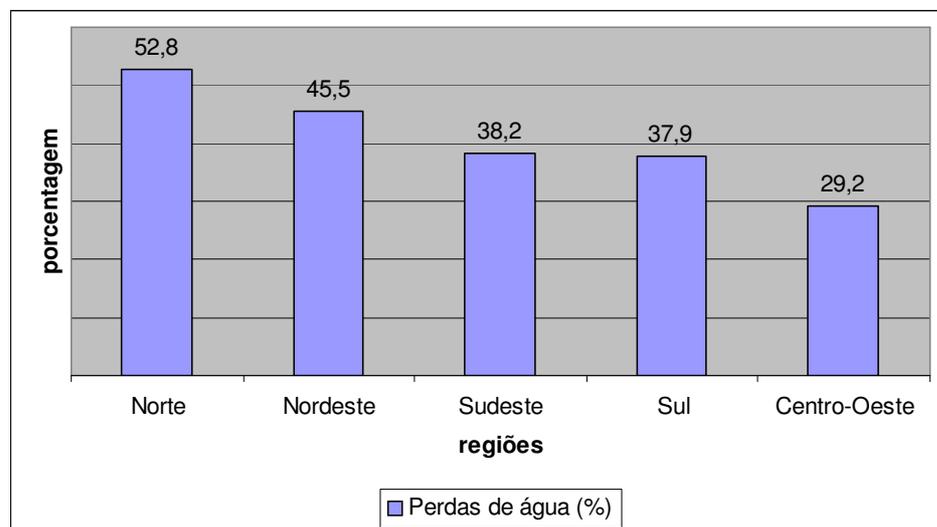
**Tabela 2.18: Perdas de água em alguns países**

PAÍSES OU CIDADES	PERDAS DE ÁGUA (%)
Inglaterra	25
Portugal	21
Suécia	20
Finlândia	17
Itália	15
Espanha	14
França	14
Holanda	9
Alemanha	7
Suíça	7

**Fonte: ISEA (1993) *apud* TOMAZ (1998)**

Um sistema hidráulico sem manutenção adequada pode perder de 15 a 20% da água que adentra na unidade (ANA *et al.*, 2005). Estima-se que no Brasil esse desperdício (perdas físicas acrescidas das perdas de faturamento) pode chegar a 45% do volume ofertado à população (MMA, 1998). Somente na grande São Paulo, são desperdiçados diariamente 1,8 bilhão de litros de água potável, ou seja, 1/3 do que é distribuído nessa região (KAMMERS, 2004). De acordo com SABESP (2003) *apud* KAMMERS (2004), desse total, 1 bilhão de litros representa o desperdício da população e 800 mil litros ficam pelo caminho em vazamentos na própria rede de distribuição. Segundo HESPANHOL (2000) *apud* MIELI (2001), um dos pilares do uso eficiente da água é o combate incessante às perdas e aos desperdícios.

A Tabela 2.19 indica a porcentagem de desperdício nas regiões brasileiras. A Região Norte possui o maior índice de desperdício com 52,8%. A menor taxa de desperdício se encontra entre as operadoras do Centro-Oeste com um percentual de 29,2%, o que ainda pode ser considerado muito alto de acordo com os máximos valores toleráveis (SNIS, 2002 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).



**Fig 2.12: Perdas de água por regiões brasileiras**  
**Fonte: SNIS (2002)**

Uma simples, mas não menos importante maneira de se evitar desperdícios de água é detectando vazamentos (KAMMERS, 2004). Muitos vazamentos podem ser identificados a olho nu e serem facilmente reparados, resultando em uma redução da

perda de água em uma edificação. Segundo ANA *et al.* (2005), geralmente, com pequenos investimentos para a correção das perdas existentes são obtidas significativas reduções de consumo.

### 2.4.2 Necessidades de manutenção

Atualmente, a importância dada à manutenção quebra o paradigma de que o processo de geração de um empreendimento esteja limitado à entrega e início do uso da edificação. Uma prova disto é o crescente aumento das atividades de manutenção em edificações independente de sua tipologia (SALERMO *et al.*, 2005).

NBR 5674 (1999) *apud* SALERMO *et al.* (2005) define manutenção como sendo o conjunto de atividades que devem ser realizadas para manter ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes, de forma a atender às necessidades e segurança dos seus usuários. Assim, esta definição se opõe à idéia de que as construções são produtos descartáveis, passíveis de substituição por novas construções.

Para se realizar as atividades de manutenção em uma edificação é necessário a definição de uma estrutura física bem determinada. A forma de definição desta estrutura poderá ser um fator responsável pelo aumento ou redução dos desperdícios (SALERMO *et al.*, 2005).

A elaboração de uma estrutura de manutenção adequada deve partir do projeto da edificação, o qual deve prever as necessidades relacionadas com este processo; para tanto, torna-se necessário o estudo da forma arquitetônica, requisitos e atividades relacionadas ao edifício (SALERMO *et al.*, 2005).

Na análise da patologia, a classificação da manutenção pode ser, segundo a forma de atuação, em: corretiva, aquela que ocorre após a falha, preventiva, a que ocorre antes da falha e preditiva, através da observação do comportamento do equipamento, o reparando apenas na iminência da falha (BEVILACQUA *et al.*, 2000 *apud* PEDROSO, 2002 *apud* SALERMO *et al.*, 2005).

Alguns equipamentos específicos como o motor-bomba, exigem a manutenção preditiva. Para os demais, fica evidente a utilização da manutenção corretiva e

preventiva nos sistemas prediais constituintes de uma edificação. Isso se deve aos inúmeros obstáculos encontrados na detecção das diversas patologias que surgem durante a sua vida útil dos aparelhos (SALERMO *et al.*, 2005).

Sendo assim, torna-se necessário à utilização de algumas ferramentas que agilizem as atividades de detecção e correção de patologias. No caso de edifícios, por exemplo, é necessário que o responsável pela identificação das patologias seja uma pessoa que obrigatoriamente passe pelos ambientes em análise, como o funcionário responsável pela limpeza (SALERMO *et al.*, 2005). Registros de ocorrências permitem a identificação de regiões mais sujeitas a problemas e sistemas mais afetados, indicando os sistemas que mais precisam de atenção (TAMAKI, 2005).

A correção de vazamentos é uma das ações mais eficientes na redução do consumo de água em um sistema. É de grande importância a correção de vazamentos antes da substituição de equipamentos convencionais por economizadores de água para evitar resultados enganosos (ANA *et al.*, 2005).

Além das já citadas, algumas ações devem ser permanentes, como: contato periódico com os usuários, com o pessoal da manutenção dos sistemas hidráulicos e com a concessionária; o aprimoramento constante dos conhecimentos sobre os sistemas prediais com o controle sobre os hidrômetros, sua localização, modelo, dimensões e capacidades, datas de troca e leituras inicial e final, entre outros. A coleta de dados de consumo pode ser realizada através de instrumentos simples, como as contas de água e leituras *in loco* (TAMAKI, 2003).

Através da aplicação destas ferramentas é possível proporcionar melhorias nos serviços de manutenção. Estas melhorias poderão surgir a partir da redução do tempo de atendimento, melhor treinamento de técnicos, sensibilização dos usuários quanto a localização de patologias, entre outras (SALERMO *et al.*, 2005).

### 2.4.3 Exemplos de equipamentos

A conservação da água está sendo implementada em várias regiões do mundo. O uso de equipamentos economizadores é imprescindível para a conquista de bons resultados (TOMAZ, 1998). Os equipamentos economizadores de água devem ser

especificados de acordo com o uso a que se destinam e com o tipo de usuário que irá utilizá-los (ANA *et al.*, 2005).

Para economia de água em edifícios de escritórios, hospitais, restaurantes, escolas, universidades, entre outros, é necessários a aquisição de novos equipamentos que diminuam o consumo de água, mas que satisfaçam as necessidades sanitárias (TOMAZ, 1998).

O vaso sanitário é responsável por praticamente 40% do consumo de água de uma casa. Em média, uma pessoa utiliza cinco vezes o vaso sanitário por dia, sendo que cada descarga utiliza cerca de 12 litros de água (TOMAZ, 1998). Entretanto, já há no mercado atualmente, inclusive brasileiro, vasos sanitários com sistema VDR (volume de descarga reduzido), o qual necessita de apenas 6 litros de água para efetuar uma descarga de forma eficiente. No Brasil, este tipo de vaso sanitário foi lançado pela empresa brasileira Celite em 1996. Atualmente, várias empresas fabricam vasos sanitários com sistema VDR, tais como Deca, Docol e Hervy (TOMAZ, 1998). A Tabela 2.19 apresenta a economia de água através do uso de vasos sanitários considerando diferentes volumes de água por descarga. Conforme demonstrado, os vasos sanitários proporcionam expressiva redução no consumo de água em uma edificação.

**Tabela 2.19: Vaso sanitário (considerando 4 acionamentos diários por usuário)**

	12L	9L	6L	"dual flush"
Volume por descarga (L/descarga)	12	9	6	6 ou 3
Uso percapita diário (L)	48	36	24	15

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

Outros exemplos de equipamentos economizadores são as torneiras acionadas por pressão manual, com os pés ou por meio de sensores infravermelhos. A Tabela 2.20 apresenta a diferença de consumo de água entre torneias convencionais, com arejadores, hidromecânicas e eletrônicas. As torneiras com fechamento automático proporcionam uma economia no consumo de água que varia entre 30 e 77%. Entretanto, o custo médio é alto. A Docol também fabrica válvulas automáticas para mictórios e válvulas

reguladoras da vazão de chuveiro elétrico (TOMAZ, 1998). As Tabelas 2.22 e 2.22, apresentam as economias de água através da instalação de mictórios com válvulas de descargas hidromecânicas e automáticas e o consumo de água de chuveiros com redutores de vazão, respectivamente.

**Tabela 2.20: Torneira (considerando 4 usos diários por pessoa)**

	CONVENCIONAL	COM AREJADOR	HIDROMECAÂNICA	SENSOR
Vazão por acionamento (L/min)	12	6	6	6
Tempo de acionamento (min/pessoa/dia)	2	2	1,2	1
Uso diário per capita (L)	24	12	7,2	6

Fonte: ANA *et al.* (2005)

**Tabela 2.21: Mictórios**

	DESCARGA MANUAL E FLEXÍVEL	ACIONAMENTO HIDROMECAÂNICO	SENSOR	SEM ÁGUA
Volume (L/descarga)	3,8	1,8	1	0

Fonte: ANA *et al.* (2005)

**Tabela 2.22: Chuveiro**

	DUCHA	COM REDUTOR DE VAZÃO
Vazão (L/min)	20	14
Tempo de acionamento (min/pessoa/dia)	10	10
Consumo diário per capita (L)	200	140

Fonte: ANA *et al.* (2005)

Empresas como a Lorenzetti, a Corono, a KDT, a Fame e a Cardal já colocaram no mercado um tipo de chuveiro com chave seletora de potência que permite quatro ou mais opções de temperatura (TORRES *et al.*, 2002). Segundo Douglas Messina, técnico do Instituto de Pesquisa e Tecnologia (IPT), a vantagem é que em dias mais quentes pode-se usar uma potência menor com menos água (TORRES *et al.*, 2002).

### 2.4.3.1 Mictório sem água

Em algumas regiões do mundo já são vendidos mictórios que não usam água. Estes equipamentos podem ser usados em locais como indústrias, escolas e no comércio. Eles contribuem bastante para a economia de água, não provocam odores além de possuírem sistema de prevenção de desenvolvimento de bactérias e incrustações (TOMAZ, 1998). A manutenção exigida pelo sistema é a substituição de um cartucho dentro de um período de utilização. Este cartucho é parte integrante do sistema e se trata de uma peça descartável. Um modelo de mictório sem água está apresentado na Figura 2.13.



**Fig 2.13: Mictório sem água**  
**Fonte: FALCON WATERFREE (2006)**

Os mictórios convencionais representam uma parcela significativa do consumo da água nos ambientes sanitários. Os mictórios, quando comparados com os vasos sanitários, apresentam menor tempo de utilização por usuário e necessitam de menor espaço físico. Enquanto uma pessoa utiliza um vaso sanitário, duas ou três pessoas podem ser atendidas por um mesmo mictório, pois o tempo de utilização é menor (SCHMIDT *et al.*, 2005).

O mictório sem água é uma das tecnologias mais modernas existentes na área de aparelhos sanitários, embora proveniente de um conceito antigo (SCHMIDT *et al.*, 2005). Segundo VICKERS (2001) *apud* SCHMIDT *et al.* (2005), o sistema de mictório sem água surgiu na Suíça em meados de 1890. A partir da década de 60, vários tipos deste sistema têm sido utilizados em partes da Europa. No início da década de 90, o

mictório sem água vem ganhando aceitação e tem sido instalado nos EUA e em outros países.

O mictório sem água, fabricado atualmente, está de acordo com as normas técnicas brasileiras de produtos e os requisitos exigidos pelas normas de projeto de Sistema de Esgoto. O desempenho deste equipamento depende da forma como o equipamento é utilizado e também do funcionário responsável pela sua limpeza, devido ao aspecto físico do equipamento, do odor resultante do ambiente em que o mesmo está instalado e na durabilidade do cartucho descartável que o acompanha (SCHMIDT *et al.*, 2005).

#### 2.4.4 Análise tecno-econômica

De acordo com cada intervenção em análise, as despesas devem incluir todos os investimentos necessários para a instalação dos equipamentos economizadores de água. As despesas de manutenção dos aparelhos com dispositivos economizadores podem ser assumidas iguais às despesas de manutenção dos pontos de consumo convencionais e, portanto, excluídas da análise (YWASHIMA *et al.*, 2005).

Segundo Rocha Lima Jr. (1993) *apud* YWASHIMA *et al.* (2005), o modelo utilizado, nas análises de viabilidade econômica de empreendimentos, deverá simular as operações financeiras durante o seu ciclo de vida, pois os investimentos e retornos são dependentes da movimentação no sistema do empreendimento.

O período em que o equipamento funciona em perfeitas condições define a vida útil de um equipamento, onde para manter o seu funcionamento adequado sejam necessárias somente limpezas e/ou regulagens (YWASHIMA *et al.*, 2005).

Segundo André e Pelin (1998) *apud* YWASHIMA *et al.* (2005), existem recomendações para uma consideração de um período de vida útil de um equipamento de 10 anos onde o uso não é intensivo, porém, em edificações de uso público, sujeitas a vandalismo, nada é apresentado para a consideração dessa variável.

Segundo Contador (2000) *apud* YWASHIMA *et al.* (2005), critérios e regras são utilizados para que projetos sejam aceitos e ordenados por preferência, para decidir

sobre sua viabilidade. Não existe um critério único, universalmente aceito pelos órgãos e instituições de financiamento, empresários, acionistas e meio acadêmico.

### 2.4.5 Exemplos brasileiros

São vários os exemplos de casos de conservação de água através da instalação de equipamentos economizadores atualmente. O Brasil apresenta vários casos onde foi obtida uma significativa economia de água através desta ação (TOMAZ, 1998).

A Tabela 2.23 apresenta alguns casos bem sucedidos apresentados pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos na prática de instalação de equipamentos economizadores de água como estratégias de conservação e uso racional de água. As intervenções proporcionaram uma expressiva economia e um curto período de tempo no retorno do investimento empregado na instalação dos novos equipamentos.

**Tabela 2.23: Exemplos brasileiros de instalação de equipamentos economizadores de água**

EMPRESA	Nº DE EQUIP. INSTALADOS	PRODUTO	INVESTIMENTO (R\$)	ECONOMIA ANUAL (R\$)	RETORNO (meses)
DEVILLE	350	Restritores 8l/min	1.500,00	35.280,00	0,5
ITAÚSA	272	Decamatic mictório	35.360,00	108.529,00	4,0
ABB	150	Bacias Targa VDR	15.000,00	34.094,00	5,5
PERDIGÃO	64	Arejadores vazão cte	627,20	2.614,00	3,0
Grêmio POLI-USP	27	Torneiras Decamatic	1.866,00	34.966,00	1,0
	2	Decamatic Mictório			
AMANA-KEY	48	Restritores de Vazão 8l/min	966,00	7.162,00	1,7
	48	Arejadores vazão constante			

**Fonte: Conselho Nacional de Recursos Hídricos**

**Tabela 2.23: Exemplos brasileiros de instalação de equipamentos economizadores de água (Continuação)**

EMPRESA	Nº DE EQUIP. INSTALADOS	PRODUTO	INVESTIMENTO (R\$)	ECOMOMIA ANUAL (R\$)	RETORNO (meses)
Shopping Jardim Sul	22	Torneiras Decalux	19.477,00	65.152,00	4,0
	12	Decalux Mictório			
	21	Bacias VDR			
Ibis Accor hotéis	391	Restritores de Vazão - 14 l/min	19.941,00	116.295,00	2,0
	391	Arejadores vazão constante			
	391	Bacias VDR			
Grupo ALANA	140	Arejadores vazão constante 1	1.374,00	1.747,54	3,0
Escola Municipal Antônio Pereira Santos São Bernardo do Campo/SP (400 alunos)	34	Torneiras de fechamento automático	1.950,00	1.243,44 (mensal)	2

Fonte: Conselho Nacional de Recursos Hídricos

### 2.4.5.1 Estudo de caso: escola municipal de Campinas, São Paulo

Segundo estudo realizado por YWASHIMA *et al.* (2005), em uma escola de ensino fundamental no município de Campinas em São Paulo, com uma área construída de 960m<sup>2</sup>, foi estimado um volume de consumo de água de 13.238 litros em um dia típico de ambiente escolar. Vale ressaltar que a esse total deve ser acrescentado um volume de cerca de 66 L/dia, que corresponde ao volume perdido em vazamentos, estimado através de medições e a partir da investigação patológica conduzida na referida escola. Foram entrevistados 585 alunos, 13 funcionários e 20 professores para identificação das atividades relacionadas com o uso de água, com estimativa dos volumes envolvidos. Após uma avaliação técnica para a previsão dos grandes pontos de

consumo de água, verificou-se que os banheiros dos alunos do sexo masculino são os ambientes onde são consumidos os maiores volumes de água, devido ao fato do registro do mictório ser mantido sempre aberto. O segundo ambiente de maior consumo verificado foi a cozinha. Após destes diagnósticos foram priorizados os pontos e os ambientes a serem contemplados com a instalação de equipamentos economizadores.

As propostas de intervenção e os equipamentos economizadores de água instalados na escola de ensino fundamental de Campinas em São Paulo estão apresentados na Tabela 2.24.

**Tabela 2.24: Equipamentos economizadores de água instalados por ponto de consumo - estudo de caso de uma escola municipal de Campinas, em São Paulo**

PONTO DE CONSUMO	INTERVENÇÃO
Bacia Sanitária com válvula de descarga	Substituição da válvula de descarga e substituição por bacia VDR
	Substituição por válvula de descarga com acabamento antivandalismo e substituição por bacia VDR
	Substituição por bacia VDR
	Substituição do acabamento por antivandalismo e substituição por bacia VDR
Bacia sanitária com válvula de descarga – portador de necessidades especiais	Substituição acabamento da válvula de descarga pelo modelo para portador de necessidades especiais
Lavatório individual	Substituição por torneira hidromecânica de bancada
	Substituição por torneira hidromecânica de parede antivandalismo
Lavatório tipo calha	Substituição por torneira hidromecânica de parede antivandalismo
	Substituição por torneira hidromecânica de parede
Mictório tipo calha	Substituição por mictório individual com sifão integrado e válvula hidromecânica para mictório
	Substituição por mictório individual com sifão integrado e válvula hidromecânica antivandalismo para mictório
Pia da cozinha	Substituição por torneira de pia de parede com arejador
	Substituição por torneira de cotovelo de pia de parede com arejador

Fonte: YWASHIMA *et al.* (2005)

**Tabela 2.24: Equipamentos economizadores de água instalados por ponto de consumo - estudo de caso de uma escola municipal de Campinas, em São Paulo (Continuação)**

<b>PONTO DE CONSUMO</b>	<b>INTERVENÇÃO</b>
Tanque de cozinha	Substituição por torneira de pia de parede com arejador
Tanque externo	Substituição por torneira com arejador
Torneira de lavagem externa	Substituição por torneira de acesso restrito com rosca

**Fonte: YWASHIMA *et al.* (2005)**

Considerando o comportamento do consumo e as vazões e tempos de acionamento usuais proporcionados pela instalação dos equipamentos economizadores, foi estimada uma redução de 54,4% no consumo total de água na escola (YWASHIMA *et al.*, 2005).

#### **2.4.5.2 Estudos de casos apresentados pela ANA**

Nas Tabelas a seguir, serão mostrados alguns estudos de casos apresentados pela ANA *et al.* (2005), nos quais, foram alcançadas expressivas reduções de consumo de água a partir da instalação de equipamentos economizadores de água. A Tabela 2.24 apresenta dois estudos de casos de economia de água através da instalação de equipamentos economizadores em edifícios.

**Tabela 2.25: Estudo de caso de economia de água através da instalação de equipamentos economizadores em edifícios**

<b>EDIFÍCIO 1</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO</b>	<b>AVALIAÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA</b>	<b>ATUAÇÃO NA DEMANDA DE ÁGUA</b>	<b>AVALIAÇÃO FINAL</b>
Edifício comercial com 38 pavimentos, ar condicionado central com torres de resfriamento (sistema de refrigeração a água), com consumo médio das torres da ordem de 900m <sup>3</sup> /mês.	Foi coletada água do lençol freático disponível no local, e após as análises físico-químicas foram definidos os sistemas de purificação para as mesmas, de modo que permitam sua utilização nas torres de refrigeração, na irrigação e na lavagem de pisos do subsolo.	Paralelamente a isso foram instalados equipamentos economizadores como vasos sanitários de 6 litros, reguladores de pressão e vazão, torneiras, registros automáticos, etc.	Com essas medidas foi alcançada uma economia de água da ordem de 60%, em relação ao consumo anterior ao processo.
<b>EDIFÍCIO 2</b>			
Edifício comercial, com 20 pavimentos, ar condicionado central com torres de resfriamento (sistema de refrigeração a água), e consumo médio das torres da ordem de 600m <sup>3</sup> /mês.	Foi coletada água de drenagem (lençol freático), e após as análises físico-químicas foram definidos os sistemas de purificação para as mesmas, de modo que permitam sua utilização nas torres de refrigeração, na irrigação, na lavagem de pisos do subsolo e no espelho d'água.	Simultaneamente foram instalados equipamentos economizadores como vasos sanitários de 6 litros, reguladores de pressão e vazão, torneiras, registros automático, etc.	Com tais medidas, foi alcançada uma economia de água da ordem de 40%, em relação ao consumo anterior ao processo.

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

A Tabela 2.26 apresenta a redução de consumo de água através da substituição de vasos sanitários e aparelhos em uma escola municipal.

**Tabela 2.26: Redução de consumo de água através da substituição de vasos sanitários e aparelhos sanitários em uma escola municipal**

DIAGNÓSTICO	PLANO DE INTERVENÇÃO	AVALIAÇÃO
<p>O exemplo em questão trata de medições de consumo de água nos banheiros masculino e feminino de uma escola. A medição foi realizada com CLP (Controlador Lógico Programável) obtendo-se o consumo de água por utilização dos seguintes produtos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaso Sanitário;</li> <li>• Válvula para mictório;</li> <li>• Torneira para mictório.</li> </ul> <p>Após os levantamentos iniciais os equipamentos foram substituídos por equipamentos destinados à economia de água, obtendo-se a economia total de água.</p>	<p>Primeira ação: instalação de sistemas de medição em sanitários piloto.</p> <p>Segunda ação: substituição dos produtos abaixo relacionados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9 torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático;</li> <li>• 10 vasos sanitários por vasos 6 lpf (litros por função);</li> <li>• 10 válvulas de descarga antigas por novas com acabamento antivandalismo; e</li> <li>• 3 registros de pressão por válvulas para mictório com fechamento automático.</li> </ul>	<p>Investimento total: R\$ 3.952,10</p> <p>Potencial de economia: 82,1%</p> <p>Economia mensal: R\$ 1.503,35</p> <p>Pay-back (meses): 2,63 meses</p>

Fonte: ANA *et al.* (2005)

A Tabela 2.27 apresenta o impacto da redução do consumo e o custo da intervenção através da troca de aparelhos em um edifício comercial em São Paulo.

**Tabela 2.27: Redução do consumo e custo através da troca de aparelhos em edifício comercial em São Paulo**

CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO	AÇÕES PROPOSTAS	AVALIAÇÃO	CONCLUSÃO
<p>Edifício comercial com 4 torres com 18 pavimentos cada.</p> <p>Área construída: 83.659 m<sup>2</sup>.</p> <p>Torre 2 com restaurantes (900 refeições/dia).</p> <p>População (fixa/flutuante): 4.500 pessoas.</p>	<p>Substituição de 434 torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático;</p> <p>Substituição de 158 mictórios convencionais por mictórios de fechamento automático.</p>	<p>Custo de investimento (material + mão-de-obra): R\$ 83.152,00.</p> <p>Economia mensal: R\$ 10.258,53.</p> <p>Retorno - amortização (2%): 9 meses.</p>	<p>Impacto da redução: 16%</p> <p>Consumo per capita: redução de 57 para 47 litros/pessoa/dia</p>

Fonte: ANA *et al.* (2005)

A Tabela 2.28 apresenta o impacto da redução de consumo de água através da substituição de vasos sanitários em um shopping center em São Paulo.

**Tabela 2.28: Impacto da redução de consumo de água através da substituição de vasos sanitários em um shopping center em São Paulo**

DIAGNÓSTICO	PLANO DE INTERVENÇÃO	AVALIAÇÃO
O exemplo em questão trata de medições de consumo de água no banheiro feminino de um shopping, usado predominantemente por lojistas, com o objetivo de comparar o volume médio de água consumido por descarga na configuração original desse banheiro com o volume de água consumido após a instalação de vasos sanitários de 6 lpf.	Primeira ação: instalação de sistemas de medição em sanitário piloto. Segunda ação: substituição dos vasos sanitários convencionais (105 peças) por vasos sanitários de 6 litros por fluxo.	Como resultado da instalação dos novos vasos sanitários, o volume de água consumida pela edificação foi reduzido em 20%, atingindo um pay-back de 3 meses.

Fonte: ANA *et al.* (2005)

A Tabela 2.29 apresenta as reduções de consumo através da instalação de registros restritores de vazão em um edifício residencial e um hotel em São Paulo.

**Tabela 2.29: Reduções de consumo através da instalação de registros restritores de vazão em um edifício residencial e um hotel em São Paulo**

EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM SÃO PAULO	EM HOTEL EM SÃO PAULO
Chuveiro Vazão existente: 0,44 L/s Vazão após instalação e regulagem: 0,12 L/s REDUÇÃO DE ATÉ 73%	Apto. 9o . andar – Vazão Constatada – Disponível existente 0,80 L/s Com restritor vazão 0,22 L/s Reduções para água e gás – Até 72,5%
Misturador de lavatório Vazão existente: 0,27 L/s Vazão após instalação e regulagem: 0,05 L/s REDUÇÃO DE ATÉ 81%	Apto. 17o . andar – Vazão Constatada – Disponível existente 0,55 L/s Com registro restritor: 0,22 L/s Reduções para água e gás – Até 60%

Fonte: ANA *et al.* (2005)

## 2.5 Campanhas de conscientização

Segundo ANA *et al.* (2005), as ações que objetivam a conservação de água abrangem duas áreas distintas: a técnica e a humana. Na área técnica estão inseridas as ações de avaliação, medições, aplicações de tecnologias e procedimentos para enquadramento do uso. Já na área humana se inserem o comportamento e expectativas sobre o uso da água e os procedimentos para realização de atividades consumidoras.

A conscientização de um indivíduo para o uso racional dos recursos, em essencial a água, é uma das melhores maneiras para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado (ANA *et al.*, 2005). Para a definição de campanhas de sensibilização é necessário o conhecimento das atividades que envolvem o uso da água na edificação em análise e a forma como as mesmas são desenvolvidas. A partir daí, podem ser definidos itens a serem contemplados em campanhas de sensibilização dos usuários para a conservação de água (LIMA *et al.*, 2005).

A sensibilização dos usuários para conservação de água potencializa outras ações que venham a ser adotadas dentro de um edifício. A campanha de conscientização é uma comunicação mais abrangente, tanto do ponto de vista de informação como do tipo de usuário (ANA *et al.*, 2005). Segundo a ANA *et al.* (2005), uma campanha de uso racional de água pode abordar os seguintes tópicos:

- O objetivo da conservação da água;
- As vantagens econômicas e ambientais da redução de volume de água e de esgoto tratado;
- A redução de gastos com as contas de água e de energia;
- A possibilidade de atendimento a um maior número de usuários.

Deve-se estimular os usuários a levar esses conceitos para as suas residências, para que a campanha realizada no âmbito da edificação alcance resultados mais abrangentes. A Tabela 2.30, segundo TOMAZ (1998), apresenta algumas maneiras simples de como uma pessoa pode economizar água em sua própria casa. Segundo ANA *et al.* (2005), é importante também que as informações de redução do consumo sejam repassadas aos usuários do sistema para incentivá-los a economizar água ainda mais.

**Tabela 2.30: Maneiras simples de se economizar água em casa**

<b>COMO ECONOMIZAR ÁGUA EM CASA:</b>
• Feche a torneira enquanto estiver escovando os dentes. Poderão ser economizados até 12 litros;
• Verifique se não há vazamentos nas tubulações e torneiras. Mesmo uma pequena gota de água pode jogar fora mais de 6 mil litros por mês;
• Quando lavar roupa, use a carga completa;
• Quando lavar pratos, procure usar a carga completa;
• Não deixe a torneira aberta enquanto estiver limpando verduras. Limpe-as na pia cheia de água;
• Se lavar pratos manualmente, não deixe a água escorrendo.

**Fonte: TOMAZ (1998)**

O que ainda se observa atualmente é um preocupante distanciamento entre o conteúdo e objetivo de tais iniciativas voltadas à conscientização da sociedade em relação à temática do uso racional dos recursos hídricos e a efetiva mudança de comportamento, individual e coletiva, por parte da sociedade, apesar das várias iniciativas, públicas e privadas (GUZZO *et al.*, 2005).

As campanhas apresentadas pelas empresas de saneamento e abastecimento de água somente nos períodos de verão, podem estar levando a deduzir que apenas em tais períodos a sociedade deve ficar atenta ao problema de economia de água (GUZZO *et al.*, 2005).

Existem diferentes materiais já elaborados para conscientização quanto a conservação de água, muitos disponibilizados pelas próprias concessionárias de água e esgoto. Porém, é importante identificar na edificação na qual será implementado um programa de conservação de água, qual a forma mais eficiente de alcançar tais objetivos, como realização de palestras, distribuição de folhetos, alimentação de murais, notícias em jornais internos, realização de dinâmicas de grupo abordando o tema em questão, entre outras formas (ANA *et al.*, 2005).

As instituições de ensino, como escolas e universidades, não podem se ausentar de assumir a responsabilidade de apoiar tal processo de conscientização, trabalhando intimamente ligadas à sociedade. Este apoio é essencial para manter ativos os estímulos para as mudanças de comportamento a respeito do uso racional de água (GUZZO *et al.*, 2005).

Segundo SCHERER (2003) *apud* YWASHIMA *et al.* (2005), a educação a respeito da conservação de água deve ser iniciada nos locais de ensino atuando diretamente na formação e integração dos alunos, de maneira a conscientizar as demais pessoas que os cercam. Devido ao alto grau de abrangência da comunidade acadêmica, visto que as escolas e universidades colaboram para a formação dos cidadãos e da sociedade, a implementação de atividades educacionais e pedagógicas, que envolvam temas relacionados à água, devem ocupar lugar de destaque.

Conforme UNESCO (1999) *apud* LIMA *et al.* (2005), a educação é o meio mais eficaz que a sociedade possui para enfrentar as provas do futuro. A educação deve ser a parte vital de todos os esforços que se façam para estimular maior respeito pelas necessidades do meio ambiente.

### 2.5.1 Usos finais

O uso da água pode se dar de duas formas: por retirada ou por consumo. A retirada é a água extraída das fontes de superfície pelo ambiente através da evaporação, transpiração ou para ser utilizada pelo homem. O consumo é a água utilizada pelos usuários (MIELI, 2001).

Na escala da edificação, é necessário conhecer a distribuição do consumo, que varia por tipologia de edificação e também entre as edificações de mesma tipologia, de acordo com especificidades dos sistemas e usuários envolvidos (ANA *et al.*, 2005).

As edificações comerciais são os edifícios de escritórios, restaurantes, hotéis, museus, entre outros. Geralmente, neste tipo de edificação, o uso de água é para fins domésticos (principalmente em ambientes sanitários), sistemas de resfriamento de ar condicionado e irrigação. Nas edificações públicas, como escolas, universidades, hospitais, terminais de passageiros de aeroportos, entre outros, o uso da água é muito semelhante ao das edificações comerciais, no entanto o uso dos ambientes sanitários é muito mais significativo, variando entre 35% e 50% do consumo total (ANA *et al.*, 2005).

Em edificações residenciais, o uso interno de água costuma permanecer constante durante todo o ano, porém o uso externo varia. A maior uso interno de água ocorre nos

banheiros com 40% nas descargas de vasos sanitários e 33% nos banhos (MIELI, 2001). Já o uso residencial externo varia extremamente, distribuindo-se na irrigação e lavagem de veículos (ANA *et al.*, 2005).

Estudos dos usos finais de água tratada nas áreas residenciais estão sendo realizados em todo o mundo. A Tabela 2.31 mostram os percentuais de consumo de água tratada em cada ponto de utilização de uma residência em alguns países. As linhas hachuradas representam os usos de água tratada para fins não potáveis, os quais variam de 48% a 55% (BRESSAN *et al.*, 2005).

**Tabela 2.31: Porcentual de consumo de água tratada por ponto de utilização de uma residência em alguns países**

LOCAL	PONTO DE CONSUMO	USO FINAL (%)	FONTE
Estados Unidos	Vaso Sanitário	27	(TOMAZ, 2003)
	Ducha	17	
	Máquina de lavar roupa	22	
	Máquina de lavar louça	2	
	Vazamentos	14	
	Torneiras	16	
	Outros	2	
	Total não potável	49	
Suíça	Vaso Sanitário	40	(SABESP, 2004)
	Ducha	37	
	Cozinha	6	
	Bebidas	5	
	Máquina de lavar roupa	4	
	Limpeza de piso	3	
	Jardins	3	
	Lavação de automóveis	1	
	Outros	1	
	Total não potável	51	

**Tabela 2.31: Porcentual de consumo de água tratada por ponto de utilização de uma residência em alguns países (Continuação)**

LOCAL	PONTO DE CONSUMO	USO FINAL (%)	FONTE
Reino Unido	Vaso Sanitário	37	(SABESP, 2004)
	Ducha e lavatório	37	
	Máquina de lavar louça	11	
	Máquina de lavar roupa	11	
	Comida e bebida	4	
	Total não potável	48	
USP	Vaso Sanitário	29	(DECA, 2004)
	Ducha	28	
	Lavatório	6	
	Pia da cozinha	17	
	Máquina de lavar louça	5	
	Tanque	6	
	Máquina de lavar roupa	9	
	Total não potável	44	
Condomínio residencial em Florianópolis	Vaso Sanitário	14	(SANTANA, 2004)
	Banho	68	
	Cozinha	10	
	Roupa e limpeza	5	
	Lavatório	3	
	Total não potável	19	

O abastecimento humano é tido como o uso mais nobre da água, pois dele depende nossa sobrevivência. Além da água de beber, o homem utiliza água para sua higiene pessoal, preparação de alimentos, limpeza, entre outros (SANCHES *et al.*, 2002). O destino da água em uma casa no Brasil, cerca de 200 litros diários, é: 27% consumo (cozinhar, beber água), 25% higiene (banho, escovar os dentes), 12% lavagem de roupa; 3% outros (lavagem de carro) e finalmente 33% descarga de banheiro.

Através do estudo de usos finais de água de uma edificação é possível indicar os locais e funções que utilizam a maior quantidade de água. Governos de diversos países já realizaram estudos de consumos por tipo de equipamento em atividades diárias domésticas. Dados levantados em três países, Estados Unidos, Suécia e Reino Unido, apontam o vaso sanitário como o principal consumidor de água no meio doméstico,

aproximadamente 40% do consumo total, seguida de chuveiros e lavatórios (SABESP, 2003 *apud* KAMMERS, 2004).

Este tipo de estudo começou a ser realizado no Brasil somente em meados da década de 90 pelo IPT fazendo parceria com a SABESP. A Tabela 2.32 mostra os percentuais de consumo de água potável para o vaso sanitário e mictório, onde ambos apresentam a maior parcela de consumo de água tratada nos edifícios analisados em Florianópolis, variando de 44,3% a 84,3% (KAMMERS, 2004 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

**Tabela 2.32: Uso final de água tratada para consumo em prédios públicos de Florianópolis**

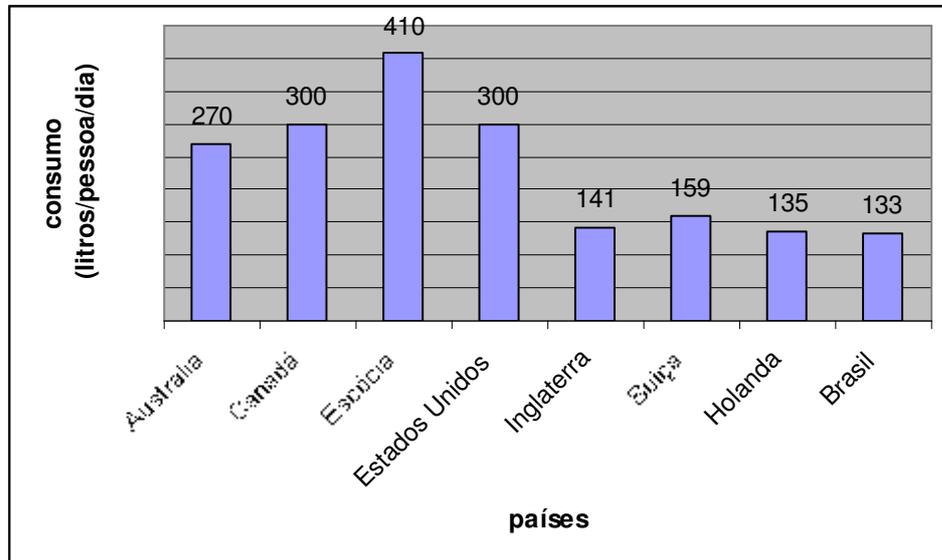
EDIFÍCIO	USO FINAL DE ÁGUA (%)		
	VASO	MICTÓRIO	TOTAL
BADESC	55,8	14,3	70,1
CELESC	31,9	32,8	64,7
CREA	23,0	47,0	70,0
DETER	66,6	---	66,6
EPAGRI	33,1	43,9	77,0
Secretaria da Agricultura	27,9	16,4	44,3
Secretaria de Educação e Inovação	70,0	14,3	84,3
Secretaria de Segurança Pública	78,8	---	78,8
Tribunal de Contas	36,4	45,9	82,3
Tribunal de Justiça	53,2	29,9	83,1

Fonte: KAMMERS (2004)

## 2.5.2 Consumo per capita

Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde, a quantidade de água que o ser humano necessita, por dia, para atender suas necessidades é de 189 litros (OLIVEIRA, 2004 *apud* OLIVEIRA, 2005). Em recentes levantamentos da ONU e da OMS, chegou-se a um consenso de que uma pessoa precisa de cerca de 200 litros por dia de água para satisfazer suas necessidades (MIELI, 2001). Na prática o consumo per capita, varia de região para região, como pode ser observado na Figura 2.14. Em países europeus o consumo por pessoa por dia está situado entre 150 e 250 litros, enquanto que nos

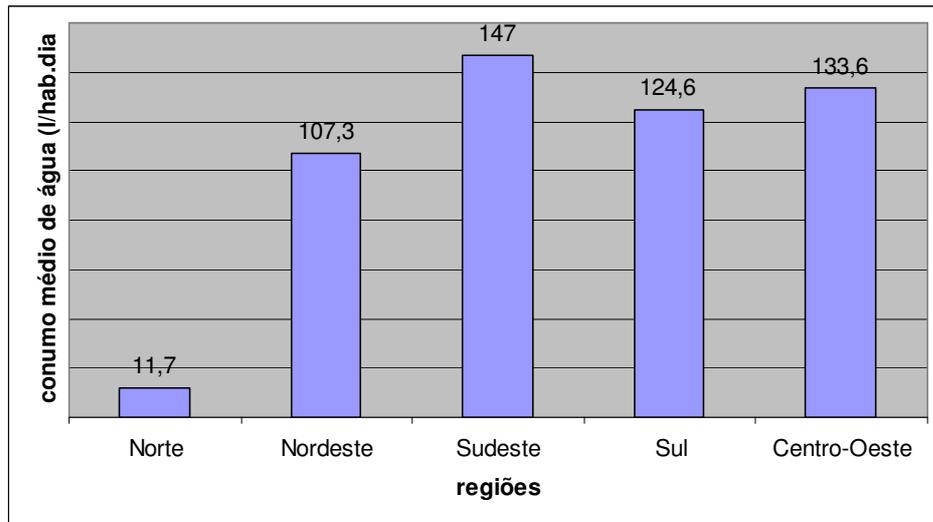
Estados Unidos este consumo é superior a 300 litros por pessoa por dia (OLIVEIRA, 2004 *apud* VIDAL, 2002 *apud* OLIVEIRA, 2005).



**Fig 2.14: Consumo de água potável em alguns países**  
**Fonte: SABESP (2004)**

O consumo de água é influenciado por uma série de razões: região, diferenças do clima, a diferença nos usos domésticos, comerciais e industriais, tamanho da casa, tamanho da propriedade, uso público, idade e condição do sistema da distribuição (MIELI, 2001).

Dentro de um mesmo país, o consumo varia de região para região, tendo em vista a má distribuição da água. A Figura 2.16 exibe a variabilidade de consumo de água que existe entre as regiões do Brasil (BRESSAN *et al.*, 2005).



**Fig 2.15: Consumo médio de água em cada região brasileira em 2003**  
**Fonte: BRESSAN *et al.* (2005)**

Se a disponibilidade de água for inferior a 1.000 m<sup>3</sup> por pessoa por ano a região está com crônica escassez de água. Nesta situação, a limitação de água começa a afetar o desenvolvimento econômico e social (BRESSAN *et al.*, 2005). Abaixo de 500 m<sup>3</sup> por pessoa por ano a região é considerada em escassez absoluta (ANEEL, 1999 *apud* BRESSAN *et al.*, 2005).

Dados do relatório do SNIS (2002) *apud* MARINOSKI *et al.* (2004), em relação ao consumo de água, mostram que no Brasil existe um consumo médio per capita de água de 140,2 litros/habitante por dia. Um estudo realizado por MONTIBELLER e SCHMIDT (2004) *apud* MARINOSKI *et al.* (2004) estima que para a cidade de Florianópolis, o consumo médio per capita entre os anos de 2000 e 2002 foi de 177 litros/habitante por dia.

### 2.5.3 O tratamento da água

Apenas uma pequena quantidade de poluentes pode ser diluída e tolerada pelo ser humano. Na natureza, a água possui as características da bacia de origem, que nem sempre são apropriadas ao uso que se pretende. A água natural raramente é potável e por isso deve ser tratada para que sua qualidade melhore e fique dentro dos padrões

preestabelecidos pelas normas vigentes. Esse tratamento compreende vários processos, que de fato limpam e descontaminam a água (MIELI, 2001).

De acordo com o tipo de manancial utilizado como fonte de abastecimento, devem ser adotados procedimentos específicos para adequar as características da água disponível aos requisitos de qualidade exigidos para uso. Geralmente, os contaminantes presentes na água podem ser agrupados em categorias distintas, as quais podem ser relacionadas com as técnicas de tratamento mais indicadas (ANA *et al.*, 2005). A Tabela 2.33 apresenta alguns processos de tratamento. Entretanto, apesar dos avanços tecnológicos dos processos de tratamento os microorganismos presentes na água nunca são completamente eliminados.

**Tabela 2.33: Processos de tratamento**

<b>PROCESSOS</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>APLICAÇÃO</b>
<b>SEPARAÇÃO LÍQUIDO/SÓLIDO</b>		
SEDIMENTAÇÃO	Sedimentação por gravidade de substância particulada, flocos químicos e precipitação.	Remove partículas suspensas que são maiores que 30 $\mu$ m. Tipicamente usado como tratamento primário e depois do processo biológico secundário.
FILTRAÇÃO	Remove partículas através da passagem da água por areia ou outro meio poroso.	Remoção de partículas suspensas que são maiores que 3 $\mu$ m. Tipicamente usadas depois da sedimentação (tratamento convencional) ou seguido de coagulação/floculação.
<b>TRATAMENTO BIOLÓGICO</b>		
TRATAMENTO AERÓBIO BIOLÓGICO	Metabolismo biológico do esgoto através de microrganismos em uma bacia de aeração ou processo de biofilme.	Remoção de matéria orgânica suspensa e dissolvida do esgoto.
DESINFECÇÃO	Inativação de organismos patogênicos usando químicos oxidantes, raios ultravioleta, químicos corrosivos, calor ou processos de separação física (membranas).	Proteção da saúde pública através da remoção de organismos patogênicos.

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

**Tabela 2.33: Processos de tratamento (Continuação)**

<b>TRATAMENTO AVANÇADO</b>		
COAGULAÇÃO FLOCULAÇÃO QUÍMICA	Uso de sais de ferro ou alumínio, polieletrólise e/ou ozônio para promover desestabilização das partículas colóides do esgoto recuperado e precipitação de fósforo.	Formação de fósforos precipitados e floculação de partículas para remoção através de sedimentação e filtração.
TRATAMENTO COM CAL	Precipita cátions e metais de solução.	Usado para reduzir escala formando potencial de água, precipitação de fósforo e modificação de pH.
FILTRAÇÃO DE MEMBRANA	Microfiltração, nanofiltração e ultrafiltração.	Remoção de partículas e microrganismos da água.
OSMOSE REVERSA	Sistema de membrana para separar íons de solução baseados no diferencial da pressão osmótica reversa.	Remoção de sais dissolvidos e minerais de solução; é também eficiente na remoção de partículas.

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

Pode ser necessário combinar duas ou mais técnicas de tratamento para obter água no grau de qualidade exigido para um determinado uso, conforme mostra a Tabela 2.33. Esta combinação poderá ser definida com base nas características da água disponível e dos requisitos de qualidade exigidos para uso (ANA *et al.*, 2005).

**Tabela 2.34: Sistema de tratamento recomendados em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água**

USOS POTENCIAIS	FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA			
	Pluvial	Drenagem	Máquina de lavar roupas	Lavatório + chuveiro
Lavagem de roupas	A + B + F + G	C OU D + F	(D OU E) + B + F + G	(D OU E) + B + F + G
Descargas em vasos sanitários				
Limpeza de pisos		C + F + G		
Irrigação, rega de jardins				
Lavagem de veículos		C OU D + F + G		
Uso ornamental				

Fonte: ANA *et al.* (2005)

Tratamentos convencionais:

A = sistema físico: GRADEAMENTO

B = sistema físico: SEDIMENTAÇÃO E FILTRAÇÃO SIMPLES ATRAVÉS DE DECANTADOR E FILTRO DE AREIA

C = sistema físico: FILTRAÇÃO ATRAVÉS DE UM FILTRO DE CAMADA DUPLA

D = sistema físico-químico: COAGULAÇÃO, FLOCULAÇÃO, DECANTAÇÃO OU FLOTAÇÃO

E = sistema aeróbio: TRATAMENTO BIOLÓGICO DE LODOS ATIVADOS

F = DESINFECÇÃO

G = CORREÇÃO DE pH

Segundo TOMAZ (1998), em um tratamento convencional a água passa pelos seguintes processos: Inicialmente, usa-se o sulfato de alumínio, com o objetivo de juntar as partículas de sujeiras, tornando-as pesadas para encaminhá-las para o fundo do decantador. O restante dos sólidos é retirado pelos filtros de areia e pedregulho. Entretanto, o uso do sulfato de alumínio torna a água bastante ácida. Para retirar a acidez da água e mantê-la alcalina é adicionada cal à água, protegendo a tubulação contra corrosão. Finalmente, é adicionado o cloro, como desinfetante, e o flúor, para combate às cáries.

## 2.5.4 Como verificar vazamentos

Para realizar o monitoramento do consumo para verificação de vazamentos deve-se proceder à coleta de dados de consumo por meio de instrumentos simples, como as contas de água e as leituras *in loco*, ou pela medição setorizada e telemedição (ANA *et al.*, 2005).

Após encontrados os vazamentos devem ser realizados as intervenções de reparos. A Tabela 2.35 apresenta as possíveis intervenções necessárias para alguns defeitos ou falhas encontrados em aparelhos sanitários.

**Tabela 2.35: Defeitos/falhas de aparelhos sanitários e as possíveis intervenções necessárias**

<b>APARELHO SANITÁRIO</b>	<b>DEFEITOS/FALHAS ENCONTRADAS</b>	<b>INTERVENÇÃO</b>
Bacia sanitária com válvula	Vazamento na bacia	Troca de reparos
	Vazamento externo na válvula de descarga	
Bacia sanitária com caixa acoplada	Vazamento na bacia	Regulagem da bóia ou troca de reparos
		Troca ou limpeza da comporta e sede
		Troca ou regulagem do cordão
Torneira convencional (lavatório, pia, tanque, uso geral)	Vazamento pela bica	Troca do vedante ou do reparo
	Vazamento pela haste	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
Torneiras hidromecânicas (lavatório, mictório)	Tempo de abertura inadequado (fora da faixa compreendida entre 6 a 12 segundos)	Troca do pistão ou êmbolo da torneira
	Vazão excessiva	Ajuste da vazão através do registro regulador
	Vazamento na haste do botão acionador	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo
Registro de pressão para chuveiro	Vazamentos pelo chuveiro	Troca do vedante ou do reparo
	Vazamento pela haste do registro	Troca do anel de vedação da haste ou do reparo

**Fonte: ANA *et al.* (2005)**

Segundo SABESP (2003) *apud* KAMMERS (2004), pode-se ainda detectar vazamentos com algumas medidas bastante simples como:

➤ **Testes para vasos sanitários:**

Jogando um pouco de farinha dentro do vaso sanitário, verifica-se seu comportamento. Se houver movimento da farinha há problemas de vazamento na válvula ou na caixa de descarga.

Em seus levantamentos, OLIVEIRA (2002) relata uma maneira de detectar vazamentos em vasos sanitários utilizando uma caneta marca texto. Esse teste é realizado da seguinte maneira: As paredes internas da bacia sanitária são secas e em seguida, com uma caneta marca texto, faz-se uma linha ao longo de todo perímetro da louça abaixo dos furos de lavagem. Após 2 minutos, verifica-se a presença de vazamento se a água proveniente dos furos de lavagem escorreram pelas paredes, apagando o traço da caneta.

➤ **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.

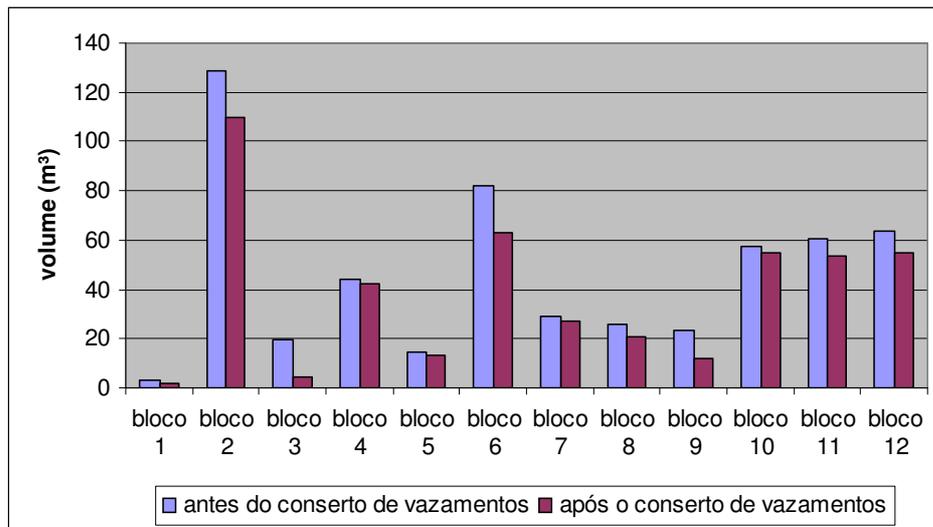
➤ **Teste para caixas d'água:**

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 1 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.

O conserto de vazamentos em grandes edificações traz consigo resultados muito positivos. A Figura 2.17 apresenta a redução do consumo a partir do conserto de vazamentos em unidades localizadas no campus universitário da UNICAMP. Como pode ser observado, em todos os blocos foi conquistada uma expressiva redução do consumo de água.



**Fig 2.16: Redução do consumo advinda do conserto de vazamentos - unidades localizadas no campus universitário da UNICAMP**  
Fonte: PEDROSO (2002) *apud* ANA *et al.* (2005)

### 2.5.5 Experiências brasileiras

Em 2004, o Núcleo de Estudos em Percepção Ambiental (NEPA), da Faculdade Brasileira – Vitória - ES, dedicou-se a análise da percepção ambiental da sociedade frente à problemática do uso racional de água na Região Metropolitana da cidade de Vitória de Espírito Santo. Foram selecionados três segmentos sócio-econômicos e através de um questionário, foram avaliados e comparados os diferentes comportamentos comuns e específicos de cada segmento. Foram realizadas reuniões para apresentação dos resultados da pesquisa e de propostas de mudanças de comportamentos voltados ao uso racional de água para cada segmento, tais como: mudanças individuais de comportamento, aproveitamento de água de chuva, uso de poços de pequena profundidade, reúso de água, entre outros, bem como a apresentação

dos níveis de investimento necessários para implantação e o tempo de retorno dos investimentos (GUZZO *et al.*, 2005).

Criado em 1995 através do convênio entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), o Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento de Construção Civil (LSP/PCC), a SABESP e o IPT, o programa de uso racional de água elaborada para o estado de São Paulo tem como principal objetivo garantir o fornecimento de água e a qualidade de vida da população. Para isso, desenvolve ações em diversas frentes, dentre elas, destaca-se a introdução do programa no currículo das escolas das redes de ensino estadual e municipal de São Paulo, através de programas específicos para conscientização de crianças e jovens (KAMMERS, 2004).

## 3 **M**etodologia

### 3.1 **Elaboração de estratégias de uso racional de água**

Para elaborar estratégias de uso racional de água foram selecionados alguns sistemas para serem implantados do campus universitário da UFSC. Os mesmos tratam-se da elaboração de sistemas de aproveitamento de água de chuva, sistemas de reúso de águas cinzas e de sistemas integrados incorporando a técnica de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas simultaneamente.

As estratégias de projeto para implantação destes sistemas na UFSC foram baseadas em diversas bibliografias que fundamentaram toda esta pesquisa. Aliadas a este material bibliográfico, as alternativas de projeto desenvolvidas se alicerçaram em uma análise cautelosa das edificações universitárias.

Nesta pesquisa, serão apresentados esquemas básicos de projeto. Dessa forma, poderá ser compreendido o percurso das águas desde sua captação até sua distribuição final. Em seguida, serão apresentadas estratégias de projeto de como estes sistemas poderão ser instalados nas edificações universitárias demonstrando algumas opções quanto à instalação dos reservatórios e dos demais equipamentos envolvidos nos sistemas.

### 3.2 **Dimensionamento dos dispositivos de descarte**

Em um sistema de aproveitamento de água de chuva é importante que a água de chuva passe por dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas antes de ser armazenada. Para tanto, estes dispositivos devem ser dimensionados corretamente para que seja evitado uma perda desnecessária das águas captadas ou o descarte de uma quantidade insuficiente de água de chuva não mantendo parâmetros de qualidade adequados para uso. Nesta pesquisa, como não foi encontrado nenhum método quanto ao dimensionamento destes dispositivos, foi desenvolvido o procedimento descrito a seguir.

Inicialmente, foram analisados os dados pluviométricos diários da cidade na qual será instalado o sistema de aproveitamento de água de chuva. Estes dados pluviométricos são referentes a um determinado período. Quanto maior o período em análise, maior a quantidade de dados disponíveis, e, portanto, maior a confiabilidade no resultado.

Após a coleta destes dados pluviométricos, deverá ser estabelecida uma média de precipitação, na qual deverão ser considerados somente os dias com ocorrência de chuva, pois, o processo de coleta é inoperante na ausência da chuva não influenciando no dimensionamento do dispositivo.

Somado o volume total de chuva dentro do período em análise, deverá ser determinado o volume médio diário de água em dias com chuva. Para efeito de cálculo, basta dividir o volume total de chuva em todo o período em análise pelo número de dias com ocorrência de chuva. Assim, é obtida uma média de precipitação por dia com chuva. Seguindo este procedimento, obtém-se uma média de precipitação confiável para dimensionamento dos dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas.

Antes de determinar o volume de água que deve ser desprezado através dos dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas, é preciso calcular o volume total de água precipitado dentro de uma determinada superfície de captação, considerando a média de precipitação por dia com chuva adotada. Conforme a Equação 3.1, o volume total coletado em um sistema de aproveitamento de água de chuva é igual a multiplicação da precipitação média diária pela área da superfície de captação.

$$V = I \cdot A$$

Eq. 3.1

Onde:

V é o volume médio total coletado (litros)

I é o índice pluviométrico médio (litros/m<sup>2</sup>)

A é a área da superfície de captação (m<sup>2</sup>)

Finalmente, para determinar o volume de água a ser desprezado através dos dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas, basta determinar a percentagem que se deseja descartar do volume total coletado. Conforme a Equação 3.2, a porcentagem do

volume total coletado corresponde ao volume de água que precisa ser desprezado através do dispositivo de descarte das primeiras águas coletadas.

$$V_{\text{dispositivos}} = x \cdot V \quad \text{Eq. 3.2}$$

Onde:

$V_{\text{dispositivos}}$  é o volume total que precisa ser desprezado através do dispositivo de descarte das primeiras águas coletadas (litros)

$x$  é a porcentagem que se deseja descartar (%)

$V$  é o volume total coletado (litros)

### 3.3 Dimensionamento dos filtros de areia

Através dos estudos dos usos finais das edificações universitárias da UFSC, deverá ser estimada a produção média de águas cinzas a partir dos lavatórios e bebedouros. Em seguida, deverá ser estimado o volume médio de águas cinzas necessário para abastecer as atividades as quais serão utilizadas as águas cinzas dentro de um período de uma hora. Sendo assim, poderá ser determinado o volume de águas cinzas produzido em uma edificação universitária que será aproveitado no sistema de reúso dentro deste período de uma hora.

Segundo a BEVTECH (2006), para dimensionar um filtro de areia, deve ser considerada uma taxa de filtração máxima de 5 a 8 m<sup>3</sup> por hora para cada m<sup>2</sup> de filtro. Logo, conforme a Equação 3.3, o volume de águas cinzas aproveitado em uma edificação universitária dentro de um período de uma hora deverá ser dividido pela taxa de filtração máxima de 5 a 8 m<sup>3</sup>. O valor correspondente fornece a dimensão em m<sup>2</sup> do filtro de areia.

$$V_F = V_a / T \quad \text{Eq. 3.3}$$

Onde:

$V_F$  é a dimensão do filtro de areia, determinada em m<sup>2</sup>

$V_a$  é o volume de águas cinzas que será aproveitado em uma edificação dentro do período de uma hora ( $m^3$ )

T é a tava de filtração máxima por hora para cada  $m^2$  de filtro de areia ( $m^3$ )

### 3.4 Levantamento de equipamentos economizadores de água

A pesquisa de equipamentos economizadores no mercado local não obteve bons resultados, pois muitos revendedores de equipamentos hidro-sanitários não estão conscientes quanto à importância da linha de equipamentos economizadores de água. Sendo assim, as visitas ao mercado local não foram consideradas como método de pesquisa e todo o levantamento de equipamentos economizadores foi baseada no material bibliográfico existente sobre o assunto e através do contato com os fabricantes de equipamentos hidro-sanitários.

Poucas bibliografias tratam equipamentos economizadores de água como núcleo central de pesquisa. No entanto, as mesmas serviram como ponte de acesso aos equipamentos economizadores existentes no mercado atualmente. A partir daí, o levantamento foi baseado em uma pesquisa através de sites e do material de divulgação impresso de alguns fabricantes.

Foram encontrados 11 sites de fabricantes de equipamentos hidro-sanitários, no entanto, 4 sites não possuíam a divulgação de uma linha de equipamentos economizadores de água. Foram então, selecionados equipamentos de apenas 7 fabricantes, os quais foram:

- [www.celite.com.br](http://www.celite.com.br)
- [www.deca.com.br](http://www.deca.com.br)
- [www.docol.com.br](http://www.docol.com.br)
- [www.duotone.com.br/metaisorient](http://www.duotone.com.br/metaisorient)
- [www.forusi.com.br](http://www.forusi.com.br)
- [www.montanahidrotecnica.com.br](http://www.montanahidrotecnica.com.br)
- [www.falconwaterfree.com](http://www.falconwaterfree.com)

Grande parte do levantamento foi realizado em novembro de 2005. O restante dos equipamentos encontrados foi pesquisado em abril de 2006.

### **3.5 Análise para propostas de campanhas de conscientização**

Inicialmente foram analisadas as formas de funcionamento das edificações universitárias. Após este estudo preliminar, foi identificado o principal público consumidor de água na UFSC e os maiores consumos de água a partir dos estudos dos usos finais. Finalmente, foram avaliadas as formas mais objetivas de atingir o principal público e atividades consumidoras.

Através deste procedimento, foi identificado que o ponto alvo das campanhas de conscientização deve ser os banheiros. Para tanto, as propostas de redução de consumo devem estar ligadas às atividades desempenhadas nos mesmos.

A forma escolhida para atingir os estudantes, principais usuários dos banheiros da UFSC, foi através de cartazes e adesivos, os quais devem ser colados em locais específicos nos banheiros. Geralmente, apropria-se de pouco espaço útil nos banheiros. Sendo assim, recomenda-se que tanto os cartazes como os adesivos sejam colados acima dos mictórios, nas paredes de frente aos vasos sanitários e nas portas tanto de acesso aos banheiros quanto de acesso aos vasos sanitários, para que os mesmos fiquem visíveis enquanto os mictórios e vasos sanitários são utilizados.

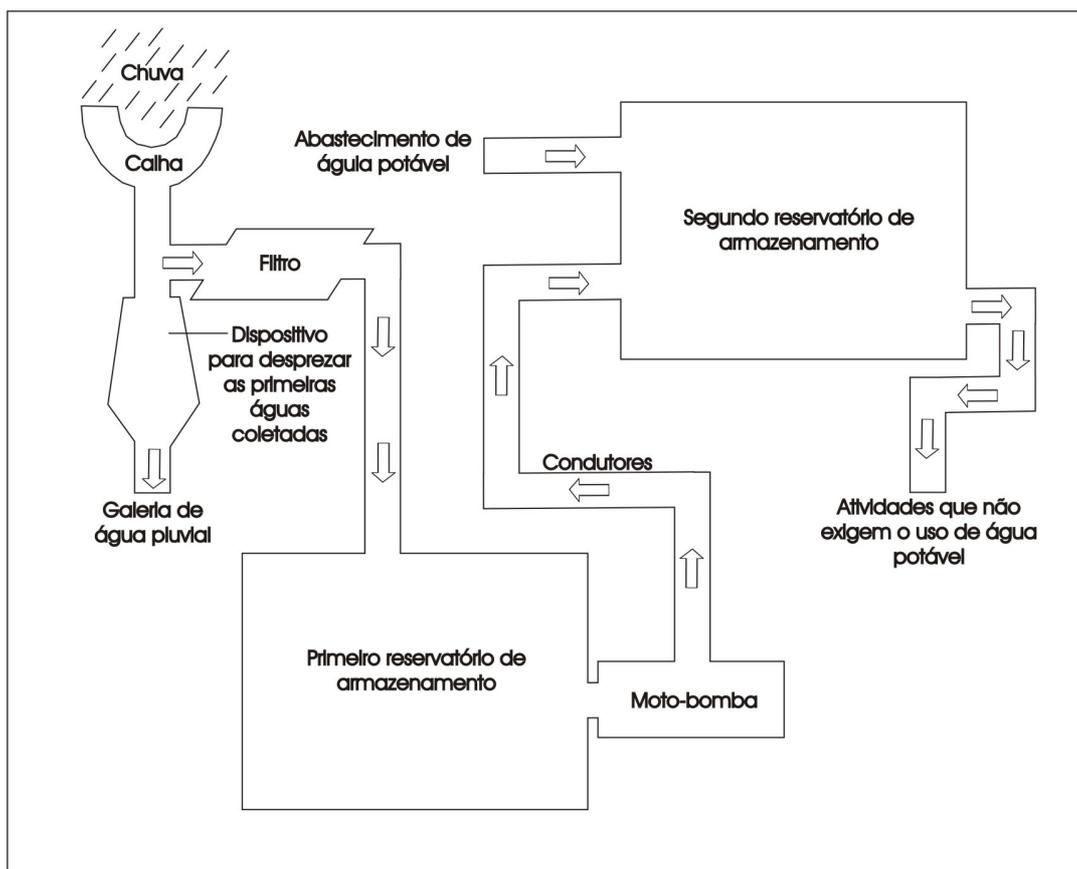
## 4 **R**esultados

Através de uma análise geral das edificações universitárias foram elaboradas algumas estratégias de projeto para implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva, reúso de águas cinzas e sistemas integrados. As propostas elaboradas foram planejadas para atender diferentes tipologias de edificações na UFSC. Entretanto, os sistemas elaborados são relativamente simples.

### 4.1 Estratégias de projeto de sistemas de aproveitamento de água de chuva

As propostas para a implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva são simples, de fácil manutenção e podem ser facilmente adaptadas para a grande maioria das edificações do campus universitário. Todo sistema de aproveitamento de água de chuva é composto por um processo de coleta, um processo de tratamento, um processo de armazenamento e um processo de distribuição.

A forma de funcionamento de um sistema de aproveitamento de água de chuva é apresentada na Figura 4.1 de forma sucinta e esquemática, de modo a proporcionar uma melhor compreensão do percurso da água de chuva desde a sua captação até sua utilização final. A distribuição final da água de chuva será destinada a atividades que não exigem o uso de água potável, as quais foram especificamente selecionadas para o caso do campus universitário da UFSC como: descarga de mictórios, vasos sanitários e limpeza de pisos.



**Fig 4.1: Esquema de funcionamento de um sistema de aproveitamento de água de chuva**

A Figura 4.1 também apresenta como o sistema se comporta na ausência de chuvas. Caso ocorram períodos de seca, o segundo reservatório de armazenamento de água de chuva é abastecido com água potável.

Nesta pesquisa, a principal diferença de um sistema de aproveitamento de água de chuva para outro, é o local de instalação dos reservatórios de armazenamento. Os demais processos (coleta, tratamento e distribuição) podem ser adequados para cada projeto em análise.

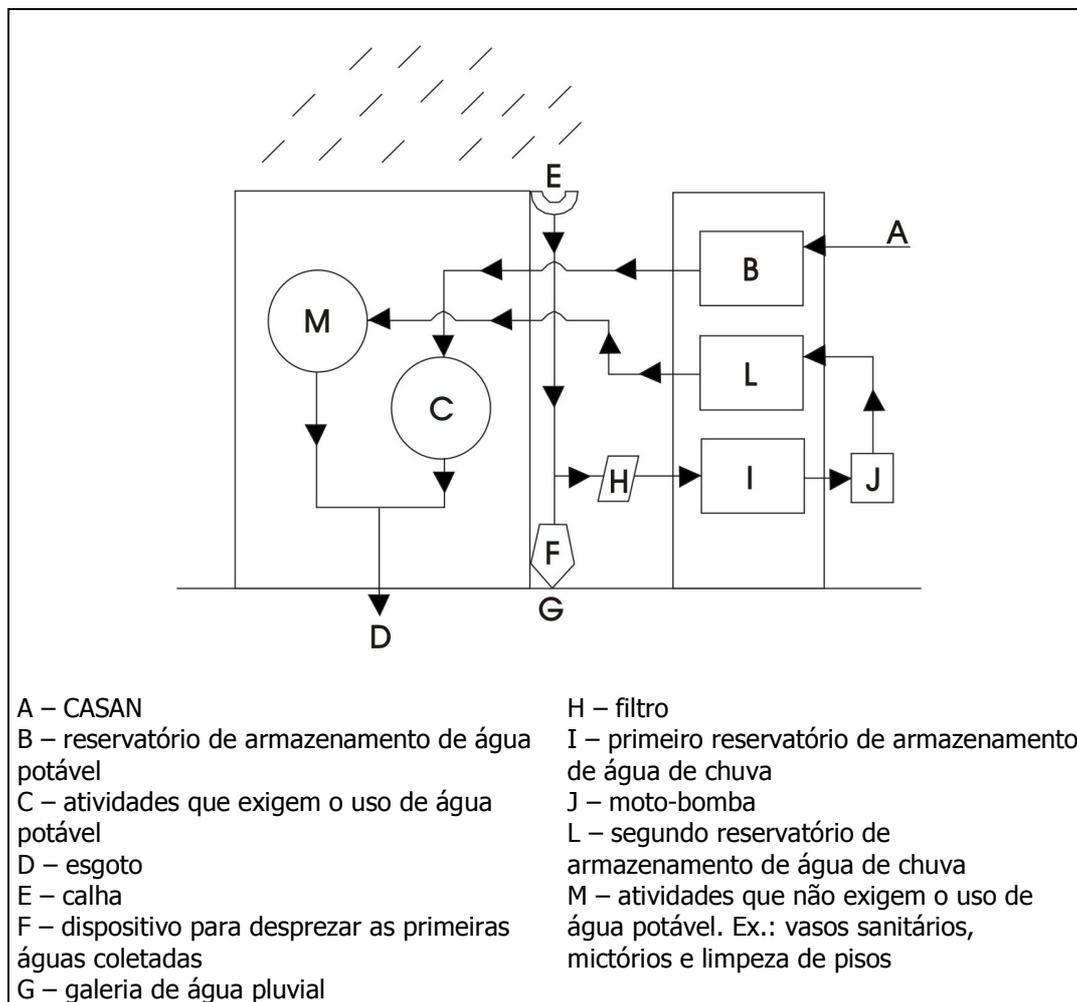
Adiante, serão apresentados alguns esquemas básicos que proporcionarão uma melhor compreensão sobre a forma de funcionamento dos sistemas de aproveitamento de água de chuva na escala da edificação.

Algumas edificações não possuem espaço adequado para a instalação dos reservatórios do sistema de aproveitamento de água de chuva abaixo dos telhados, na laje de cobertura ou no subsolo, o que pode ser muito comum no campus universitário. Para

este caso, uma das alternativas viáveis é a criação de uma torre próxima à edificação com três reservatórios, um de armazenamento de água potável e os outros dois de armazenamento de água de chuva.

Todo o sistema de aproveitamento de água de chuva possui dois reservatórios de armazenamento. O primeiro reservatório deve ser instalado abaixo do ponto coleta de água de chuva para ser abastecido pelo efeito da gravidade. Já o segundo reservatório deve ser instalado acima da cobertura ou a um ponto a mesma altura da edificação para também abastecer as atividades finais pelo efeito da gravidade.

A Figura 4.2 ilustra um esquema de aproveitamento de água de chuva utilizando uma torre de reservatórios. Nesta torre, o reservatório de armazenamento de água potável está instalado acima do segundo reservatório de armazenamento de água de chuva. Desta maneira, em estações com baixos índices pluviométricos, o segundo reservatório de água de chuva pode ser abastecido pelo reservatório de água potável pelo efeito da gravidade, quando aberta à comunicação entre eles por um sistema automático.



**Fig 4.2: Sistema de aproveitamento de água de chuva com torre de reservatórios**

Conforme mostra Figura 4.2, a proposta de implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva, consiste basicamente na coleta de água de chuva que cai sobre a edificação através das calhas, seja a edificação com ou sem telhado. A forma de instalação das calhas pode variar de edifício para edifício, dependendo principalmente das limitações de projeto devido ao porte de cada edificação em análise e da forma de envio da água de chuva ao primeiro reservatório de armazenamento.

Após a coleta, a água de chuva é transferida inicialmente a um dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas. Através de algumas bibliografias, como já mencionado na revisão bibliográfica, uma das características das primeiras águas coletadas é a elevada concentração de poluentes transmitidos através das superfícies de captação.

Geralmente, as superfícies de captação estão expostas à contaminação de animais e insetos. Entretanto, várias pesquisas comprovam que através do descarte das primeiras águas coletadas, responsáveis pela limpeza das superfícies de captação, o restante da água de chuva coletada adquire uma qualidade necessária para sua utilização em atividades que não exigem o uso de água potável.

Após o armazenamento das primeiras águas de chuva pelo dispositivo, as demais águas coletadas serão transferidas para um filtro para a retenção de partículas maiores, as quais podem prejudicar os demais equipamentos do sistema e, posteriormente, encaminhadas para o primeiro reservatório de armazenamento localizado na torre de reservatórios. Após passarem pelo primeiro reservatório de armazenamento, as águas coletadas serão succionadas por uma moto-bomba através de um sistema automático e levadas para abastecimento de um segundo reservatório de armazenamento localizado logo acima do primeiro reservatório.

Já no segundo reservatório de armazenamento, a água de chuva será encaminhada para as atividades que não exigem o uso de água potável através do processo de distribuição do sistema. Depois de utilizadas, estas águas deverão ser encaminhadas para o sistema de esgoto mais apropriado. A água de chuva, para o caso da UFSC, será empregada para abastecer a descarga de mictórios e vasos sanitários e para limpeza de pisos.

As atividades que exigem o uso de água potável na edificação serão abastecidas pelo reservatório de armazenamento de água potável localizado na torre de reservatórios. Este reservatório deverá ser abastecido pela companhia de abastecimento público de água local. A companhia responsável por este abastecimento na UFSC é a CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento). Os efluentes originados pelas atividades que exigem o uso de água potável na edificação poderão ser encaminhados ao sistema de esgoto local ou a um processo de tratamento adequado para a prática de reúso.

Já as edificações com espaço disponível e uma estrutura suficientemente segura para a instalação dos reservatórios na cobertura da edificação, o sistema de aproveitamento de água de chuva poderia ser implantado conforme ilustra a Figura 4.3.



chuva estão localizados abaixo do telhado da edificação. Já o primeiro reservatório de água de chuva pode ser instalado ao nível do subsolo.

O que diferencia este sistema de aproveitamento de água de chuva do sistema anterior é o local de instalação do reservatório de água potável e do segundo reservatório de armazenamento de água de chuva. O primeiro reservatório de armazenamento deve estar localizado abaixo do ponto de coleta. Recomenda-se ainda, que o mesmo seja instalado próximo a edificação.

Em um sistema de aproveitamento de água de chuva, um cuidado maior deve ser dedicado a instalação da moto-bomba, do filtro e do primeiro reservatório de armazenamento. A implantação destes equipamentos pode ser feita ao nível do solo ou do subsolo do terreno, desde que seja prevista a forma mais apropriada para a manutenção dos mesmos. Por isto, não é aconselhável instalar estes equipamentos abaixo da edificação. O mais apropriado é a instalação destes equipamentos acima do solo, ou então, em poços apropriados para manutenções rotineiras.

#### **4.1.1 Processo de coleta de água de chuva**

O processo de coleta de um sistema de aproveitamento de água de chuva pode ser realizado de duas maneiras. A primeira é através das superfícies de cobertura das edificações, tais como lajes e telhados. A segunda é através de superfícies de rolamento, tais como solo e áreas pavimentadas.

Devido a maior facilidade de implantação e a comodidade dos usuários, apenas a primeira alternativa das superfícies de cobertura será considerada para a UFSC, pois, praticamente toda a área do campus próxima as edificações são utilizadas pelos estudantes universitários e dos demais trabalhadores federais e terceirizados da UFSC.

Outro fator relevante para a escolha das superfícies de cobertura como áreas de captação, se deve a maior simplicidade de instalação dos equipamentos do sistema de aproveitamento de água de chuva, onde os pontos de coleta e distribuição encontram-se relativamente próximos. Caso fosse optado pela coleta através de superfícies de rolamento, além da provisão de uma declividade do solo para facilitar o armazenamento da água de chuva, a coleta deveria ocorrer a um ponto distante da edificação, já que os terrenos das

edificações são bem movimentados, o que implicaria na qualidade das águas armazenadas e na eficácia do processo.

Determinado o local de coleta, deverá ser analisado o modo mais eficaz e prático de transferir a água de chuva ao primeiro reservatório de armazenamento. Embora as superfícies de cobertura sejam escolhidas como área de coleta, não é necessário que todas as edificações possuam telhados para implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva. Grande número dos edifícios do campus da UFSC não possui telhados e sim uma cobertura de laje. Entretanto, apesar de uma dificuldade inicial para o escoamento das chuvas, toda a área da laje pode ser considerada como área de captação, pois, sempre que a laje é exposta, é prevista uma declividade para escoamento das águas de chuva.

O planejamento dos sistemas de aproveitamento de água de chuva no esboço inicial dos projetos das edificações universitárias pode facilitar todo o funcionamento e melhor rendimento do sistema. A partir do planejamento de um sistema de aproveitamento de água de chuva junto ao projeto da edificação, onde todo processo de armazenamento já foi devidamente previsto para ser instalado em local apropriado na edificação, o desempenho da coleta de água de chuva também pode ser melhorado. Uma inclinação acentuada do telhado pode facilitar o escoamento da chuva ao processo de armazenamento.

Outra vantagem da elaboração de um sistema de aproveitamento de água de chuva incorporado ao projeto de uma edificação é a relação de proximidade que pode ser prevista entre os pontos de coleta, os pontos de armazenamento e os pontos de distribuição. A proximidade dos equipamentos destes pontos pode facilitar manutenções rotineiras, como também diminuir os riscos de perdas durante o percurso da água de chuva aos reservatórios de armazenamento.

É essencial que as calhas sejam devidamente instaladas para transferir a água de chuva ao processo de armazenamento. É importante também, que as calhas sejam previstas no detalhamento do projeto de uma futura edificação na UFSC, evitando assim, intervenções futuras e indesejáveis na edificação.

A instalação das calhas está relacionada com o porte da edificação e com as limitações de projeto. As calhas devem contornar praticamente toda a superfície de captação, exceto onde se assegure que a água de chuva não irá escoar. As calhas devem ser

dimensionadas através da área da superfície de captação. O dimensionamento das instalações prediais de águas pluviais deve seguir a NBR 10844 (ABNT, 1989).

Além do cuidado com o dimensionamento e o local de instalação, o material das calhas também deve ser cuidadosamente analisado, pois determinados materiais contribuem para a contaminação das águas coletadas.

### **4.1.2 Processo de tratamento de água de chuva**

O processo de tratamento pode variar conforme a comodidade e a necessidade de cada edificação. Desta forma, o tratamento da água de chuva nesta pesquisa não se fecha de forma limitada nem de forma única para todos os edifícios do campus universitário, respeitando, portanto, as particularidades de cada edifício.

Os sistemas de aproveitamento de água de chuva para a UFSC estão ligados ao abastecimento das descargas de mictórios e vasos sanitários e para limpeza de pisos. Como estas atividades não exigem um parâmetro qualitativo rígido, as mesmas podem ser seguramente abastecidas pela água de chuva sem que estas afetem o desempenho das atividades em questão nem comprometam os equipamentos hidro-sanitários da edificação.

A UFSC possui uma situação privilegiada quanto a sua localização e a qualidade das águas pluviais quando comparada com outras grandes cidades brasileiras, tais como São Paulo e Porto Alegre. A água de chuva em Florianópolis não possui grandes índices de poluição atmosférica e nem um índice de acidez muito elevado. Entretanto, é preciso assegurar que os processos de tratamento para a UFSC possuam equipamentos de tratamento básicos, os quais são: filtros, dispositivo de descarte das primeiras águas coletadas e um dreno para a limpeza da descarga de fundo nos primeiros reservatórios de armazenamento.

Os filtros são responsáveis pela retenção de partículas maiores como folhas e gravetos. A instalação dos mesmos poderá ser feita nas tubulações que partem das calhas. Como a maioria das edificações do campus da UFSC possui mais do que um pavimento, é recomendado que os filtros sejam instalados ao nível do piso térreo, próximos aos dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas, para facilitar a remoção do material

acumulado. A instalação dos filtros nas tubulações em níveis mais altos pode tornar estas manutenções trabalhosas.

Já os dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas serão discutidos no próximo item deste trabalho. Adiante, serão demonstrados alguns modelos destes dispositivos.

A provisão de um fundo inclinado nos primeiros reservatórios de armazenamento também é uma forma de tratamento de água de chuva. O fundo inclinado é responsável por facilitar a descarga de pequenas partículas sólidas depositadas no fundo do reservatório, partículas estas que serão expelidas através de um pequeno dreno.

### **4.1.3 Dispositivo de descarte**

Várias pesquisas demonstram a importância do descarte das primeiras águas coletadas para garantir a qualidade de água de chuva para abastecimento de atividades que não exigem o uso de água potável. O dispositivo de descarte é o principal equipamento no processo de tratamento nos sistemas de aproveitamento de água de chuva propostos para a UFSC.

Os telhados estão expostos a diversos poluentes, tais como fumaça e poeiras, os quais podem dar cor e cheiro indesejados à água da chuva coletada. Mesmo que sua potabilidade não seja exigência para sua utilização em algumas atividades dentro da edificação, a água de chuva deve manter uma aparência límpida e cristalina, evitando assim qualquer tipo de desconfiança por parte de seus usuários. A repulsão por parte do público da edificação quanto à utilização de água de chuva pode resultar no fracasso de todo o sistema de aproveitamento de água de chuva.

Os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da água coletada podem ser alterados através da contaminação das superfícies de captação por animais de sangue quente, como fezes de pássaros e roedores. Além desses, insetos, folhas, gravetos e partículas menores são outros exemplos de contaminantes que devem ser excluídos dos reservatórios de armazenamento e conseqüentemente do abastecimento das atividades que não exigem o uso de água potável.

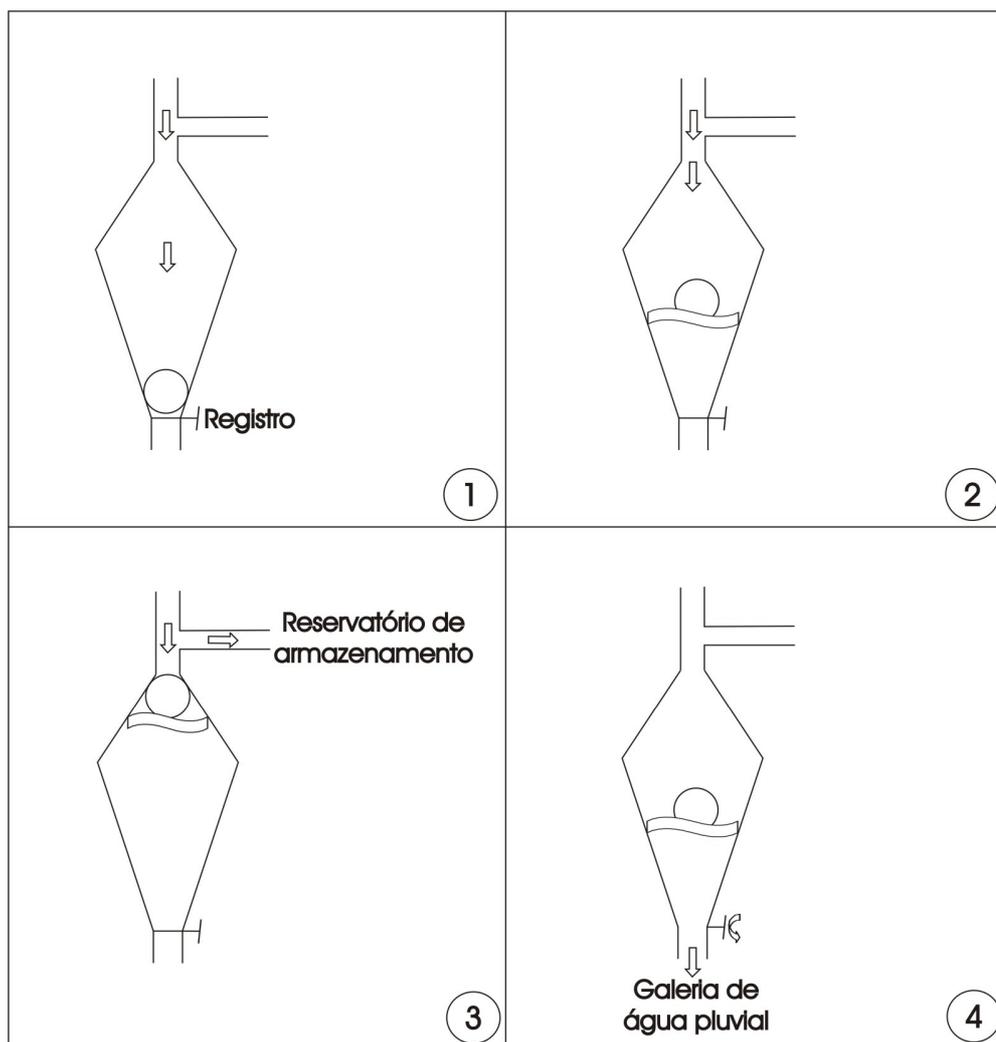
A seguir serão ilustrados alguns modelos de dispositivos para desprezar as primeiras águas coletadas. Estes dispositivos podem ser classificados quanto à necessidade de operadores entre as chuvas para esvaziamento do seu pequeno reservatório. Sendo assim, os dispositivos estão classificados em dois grupos:

- Dispositivos que necessitam de operadores;
- Dispositivos que não necessitam de operadores.

#### **4.1.3.1 Dispositivos que necessitam de operadores**

Os dispositivos que necessitam de operadores são assim classificados, pois necessitam da abertura e esvaziamento de seu pequeno reservatório de água após terminarem as chuvas. Somente assim, estes dispositivos poderão captar e desprezar as primeiras águas coletadas nas próximas chuvas.

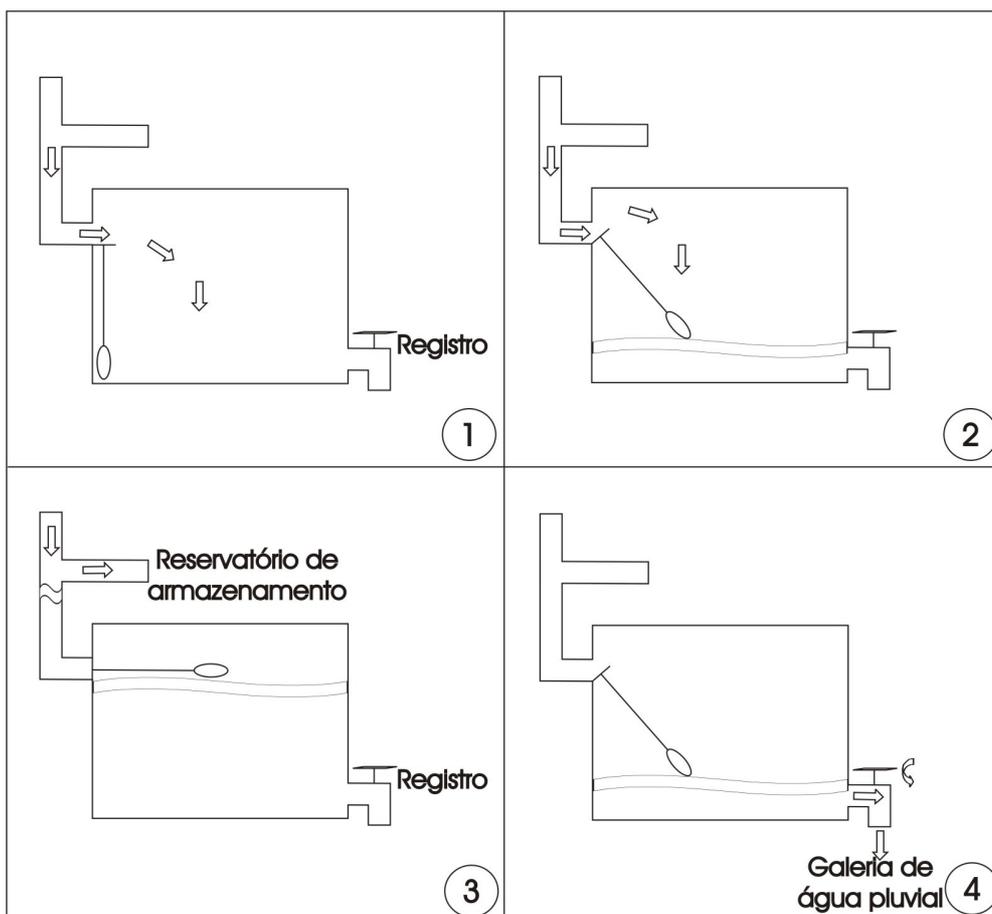
A Figura 4.4 ilustra um modelo de dispositivo encontrado em algumas bibliografias. Este modelo é constituído basicamente por um pequeno reservatório cilíndrico, no qual há uma pequena bóia, em forma esférica, de diâmetro maior que a tubulação vinda das calhas. Ao ocorrerem as chuvas, as águas coletadas abastecerão o pequeno reservatório e a pequena esfera acompanhará o nível da água de chuva dentro do dispositivo. Após cheio, a esfera se instalará na tubulação que termina no dispositivo e as primeiras águas coletadas estarão armazenadas dentro do reservatório. A partir daí, as águas que antes eram lançadas no dispositivo, serão direcionadas ao primeiro reservatório de armazenamento através de um desvio da tubulação localizado acima do dispositivo.



**Fig 4.4: Dispositivo para descarte das primeiras águas coletadas encontrado em algumas bibliografias**

Após terminadas as chuvas, o dispositivo deve ser esvaziado através da comunicação entre o pequeno reservatório e a galeria de água pluvial, para que nas próximas chuvas o dispositivo possa desprezar as primeiras águas coletadas novamente. O não esvaziamento do reservatório implicará no não funcionamento do dispositivo nas próximas chuvas.

Outro dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas está ilustrado na Figura 4.5. Este dispositivo funciona de forma muito semelhante ao sistema empregado nas torneiras-bóias utilizadas em caixas d'água vendidas no mercado atualmente.



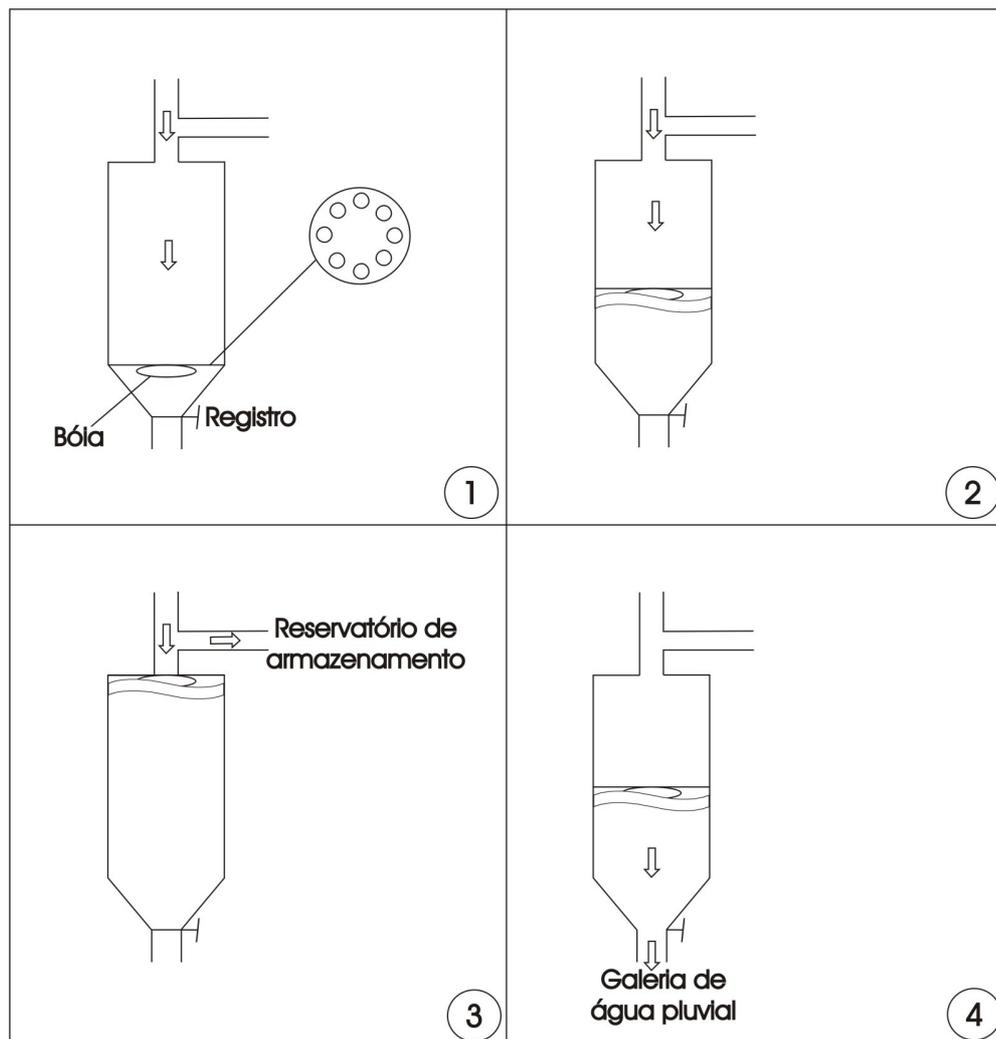
**Fig 4.5: Dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas com sistema de tampa e bóia**

Este dispositivo é constituído basicamente por um tanque destinado ao armazenamento das primeiras águas coletadas e por um sistema de tampa e bóia. As águas coletadas nas superfícies de captação serão encaminhadas através das calhas e das tubulações para o tanque de armazenamento, o qual, como demonstrado no dispositivo anterior, também deve possuir uma comunicação com a galeria de água pluvial para descarte das águas armazenadas.

Na entrada do reservatório há uma pequena tampa acoplada. Esta mesma tampa deve ser ligada a uma bóia através de uma pequena haste metálica rígida. Enquanto o tanque se encontra vazio, a comunicação entre a tubulação e o tanque permanece aberta. À medida que o tanque se enche, a bóia se eleva, levando consigo a tampa. Quando as águas das chuvas atingirem um determinado nível de água, a tampa fechará a entrada de água no tanque. O restante das águas coletadas será então direcionado para o primeiro reservatório

de armazenamento de água de chuva através de um desvio da tubulação localizado acima do tanque. Terminadas as chuvas, a comunicação entre o tanque e a galeria de água pluvial deverá ser aberta.

Através destes sistemas bóias e desvios, os dispositivos para desprezar as primeiras águas coletadas podem apresentar inúmeras variações. A Figura 4.6 está apresenta um outro modelo de dispositivo.



**Fig 4.6: Dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas com sistema de lâmina e bóia**

Neste dispositivo, a água de chuva é levada a um cilindro de diâmetro consideravelmente maior que o restante das tubulações. Dentro deste cilindro há uma lâmina, vazada na sua região periférica e cheia na sua região central. Abaixo do centro da

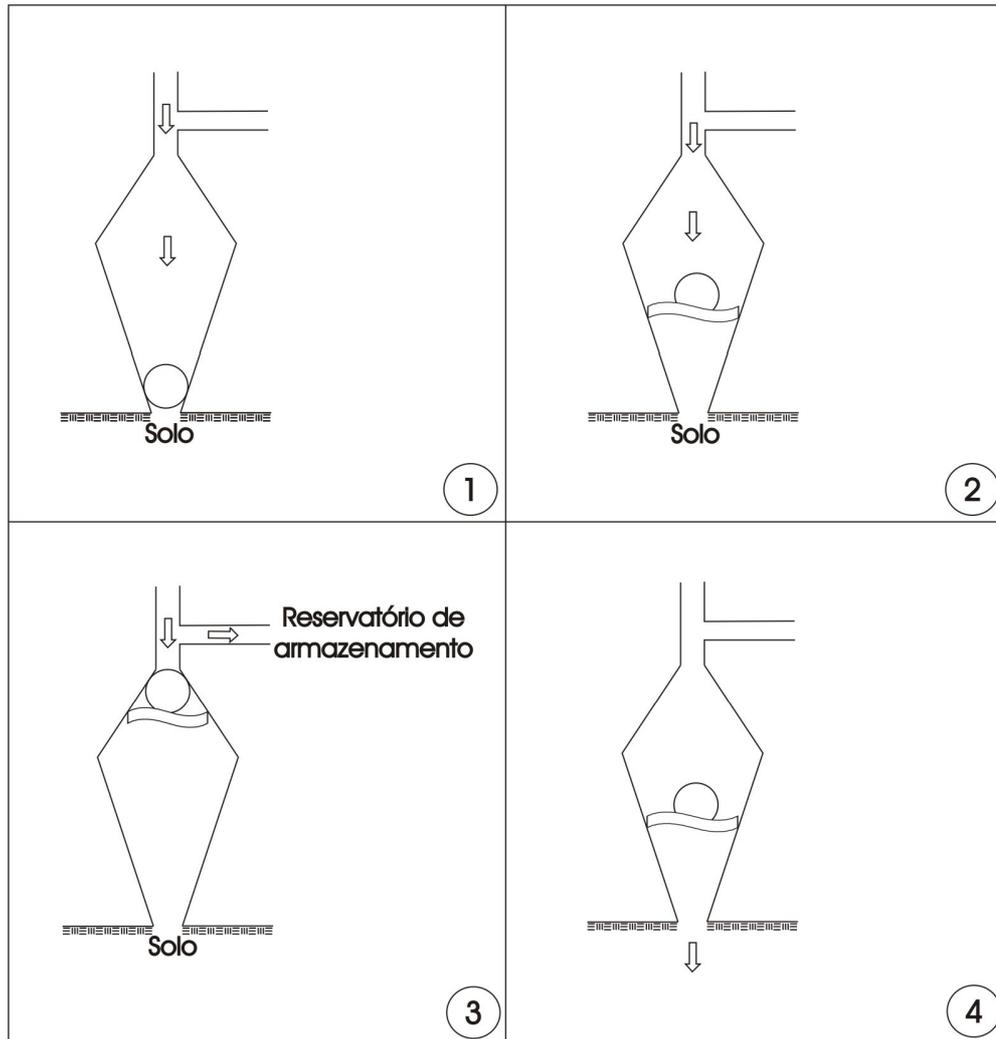
lâmina há uma pequena bóia, a qual é responsável por acompanhar o nível de água lançada dentro do cilindro. Ao ocorrerem as chuvas, a bóia leva consigo a lâmina até a entrada de água no dispositivo. Após cheio, a região central da lâmina cobre a tubulação que termina no cilindro, fazendo com que as águas restantes sejam direcionadas para o desvio da tubulação. Terminadas as chuvas, o cilindro deve ser esvaziado para sua reutilização.

#### **4.1.3.2 Dispositivo que não necessitam de operadores**

A seguir serão apresentados alguns modelos de dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas que não necessitam de operadores para esvaziamento de seu reservatório. Estes dispositivos demonstram-se mais práticos, dispensando a operação de manuseio sempre que ocorrem as chuvas. Entretanto, a eficiência dos mesmos não é segura.

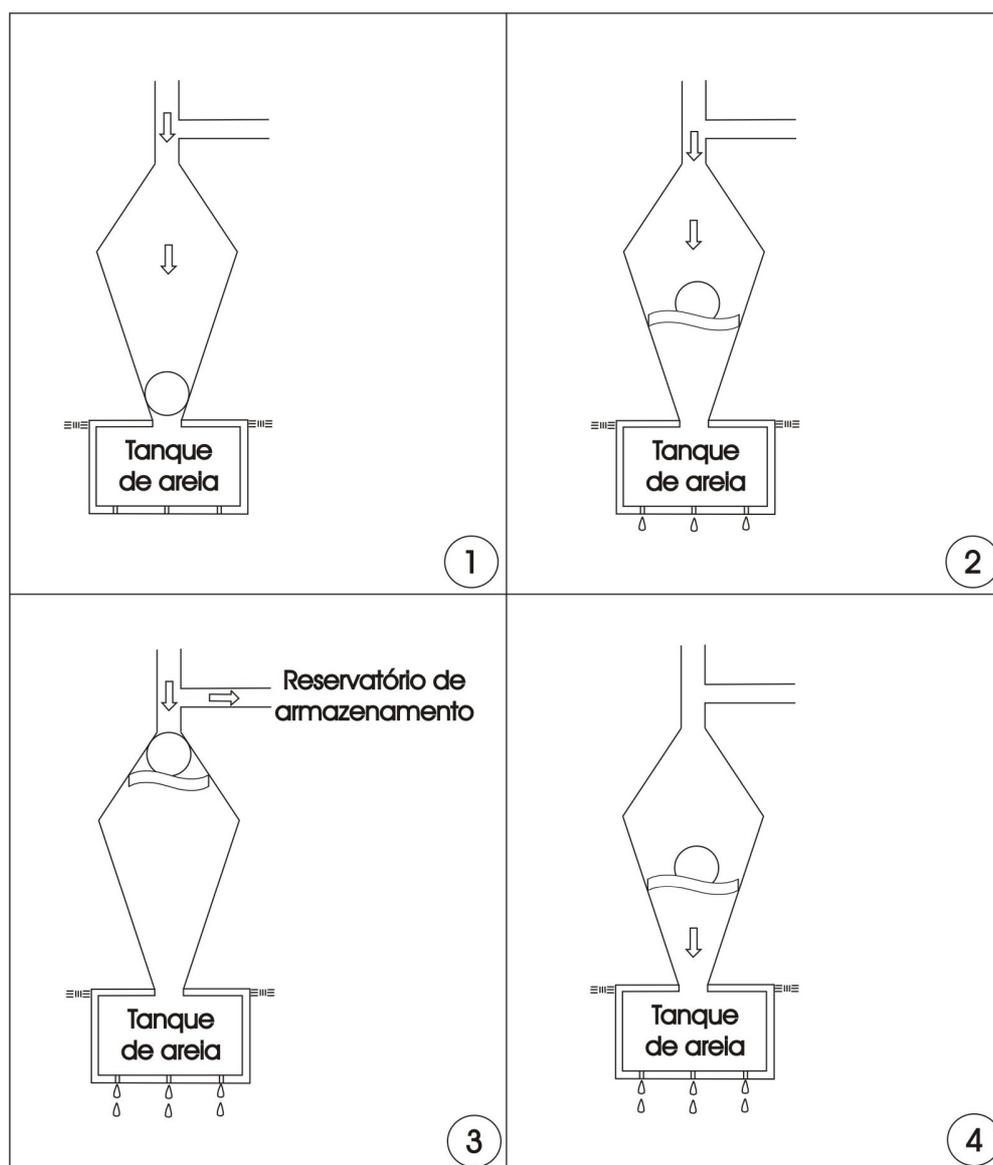
Neste grupo, a principal diferença entre os demais dispositivos já apresentados não está no sistema de bóias ou de desvio das primeiras águas coletadas, e sim na forma de descarte das águas armazenadas. Sendo assim, os modelos deste grupo de dispositivos possuem sistemas de funcionamento muito semelhantes.

A Figura 4.7 ilustra um dispositivo com um sistema de bóia e desvio das primeiras águas coletadas semelhante ao utilizado na Figura 4.4. Este dispositivo deve ser instalado em contato com o solo, onde as primeiras águas armazenadas serão lançadas. Para tanto, o solo deve se encontrar compacto, evitando assim, uma grande absorção de água. Eventualmente pode se tornar necessário o aterro do solo abaixo do dispositivo com pedras e areia grossa. Assim que o solo se encontrar saturado pelas águas coletadas, a bóia flutuará se instalando na tubulação desviando o restante das águas coletadas.



**Fig 4.7: Dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas com descarte diretamente no solo**

No caso de solos muito arenosos, onde a instalação deste dispositivo torna-se inviável devido a grande absorção de água, outros modelos de dispositivos são possíveis. A Figura 4.8 ilustra um outro modelo de dispositivo que não necessita de operadores.

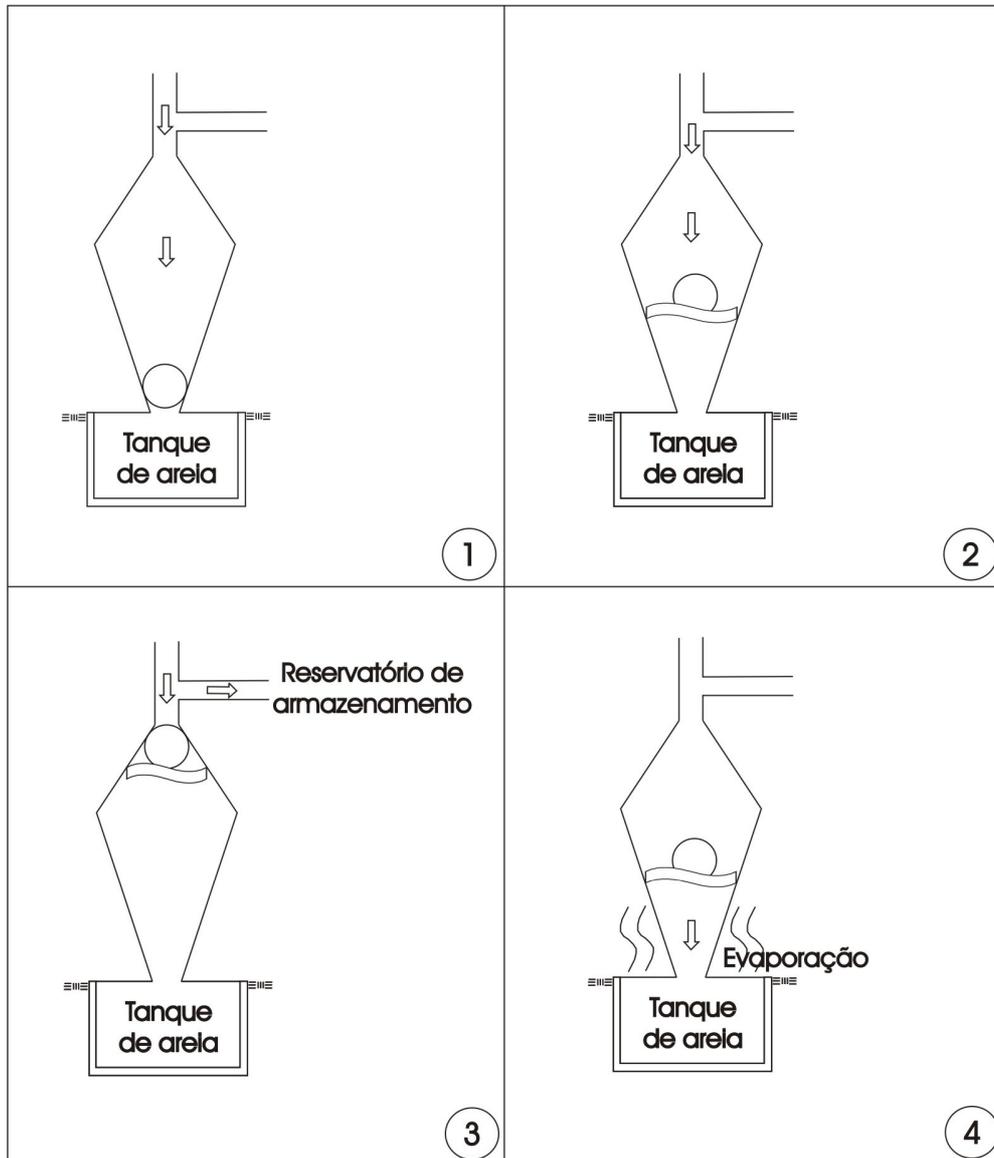


**Fig 4.8: Dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas com tanque de areia vazado**

Neste dispositivo, ao invés de lançar as primeiras águas coletadas diretamente no solo, a água de chuva será lançada inicialmente em um tanque com areia. No fundo deste tanque há pequenos furos. Assim que a areia do tanque se tornar saturada pela água de chuva, a bóia flutuará como no dispositivo anterior. Após as chuvas, a areia irá secar gradativamente através do escoamento da água pelos pequenos furos no fundo do tanque.

Uma alternativa muito semelhante a da Figura 4.8, é o dispositivo ilustrado na Figura 4.9. A água de chuva é lançada diretamente em um tanque com areia. Este, ao

contrário do anterior, não possui furos, porém, a face superior do tanque deve se encontrar aberta exposta ao ar ambiente. Durante as chuvas, a bóia flutuará como nos demais dispositivos, porém, a secagem da areia será feita através da evaporação.



**Fig 4.9: Dispositivo para desprezar as primeiras águas coletadas com tanque de areia e descarte por evaporação**

#### 4.1.3.3 Dimensionamento

No dimensionamento dos dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas para a UFSC foram utilizados os dados pluviométricos diários da cidade de Florianópolis no período de 01/01/2001 à 31/12/2003. Dentro deste período em análise, foram somados os índices pluviométricos diários, obtendo um total de 4.760 mm de água de chuva. Durante o período de 01/01/2001 à 31/12/2003 foram somados um total de 478 dias com ocorrência de chuvas. Desta forma, foi obtida uma média de precipitação de 10 mm por dia com chuva.

Em seguida, foi calculado o volume total de água precipitado dentro de uma determinada superfície de captação considerando uma média de precipitação de 10 mm por dia com chuva. Para efeito de estudo, foi considerada uma área qualquer de superfície de captação de 100 m<sup>2</sup>.

O índice pluviométrico de 10 mm corresponde a coleta de 0,01 m de água dentro de uma área de 1 m<sup>2</sup>. Considerando uma média de precipitação de 0,01 m por dia com chuva e uma área de superfície de captação de 100 m<sup>2</sup>, o volume total coletado corresponde a 1 m<sup>3</sup>, ou seja, 1.000 litros de água.

Finalmente, para determinar o volume de água a ser desprezado foi considerado, através do conhecimento teórico de bibliografias existentes, que 20% do total de água coletado precisa ser descartado para manutenção de parâmetros qualitativos adequados. Portanto, considerando 20% do total de água coletado, o volume de água que precisa ser desprezado através dos dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas é de 200 litros.

Na implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva pode ser necessária a instalação de vários dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas em uma única edificação. A utilização de mais dispositivos pode tornar a forma de envio das águas coletadas mais dinâmica, evitando assim o excesso de tubulações.

Sendo assim, considerando uma média de precipitação de 0,01 m e uma área de captação de 100 m<sup>2</sup>, o volume de todos os dispositivos de descarte das primeiras águas coletadas deve somar um total de 0,2 m<sup>3</sup>. Para determinar o volume de cada dispositivo de descarte basta dividir 0,2 m<sup>3</sup> pelo número de dispositivos de descarte que se deseja instalar.

É importante ressaltar que para cada caso específico deverão ser efetuados novos cálculos. Seguindo o método estabelecido neste estudo, o dimensionamento dos

dispositivos de descarte considera o índice pluviométrico médio da cidade onde será implantado o sistema, a área de captação do edifício, a porcentagem que se deseja descartar do total coletado e a quantidade de dispositivos que se deseja instalar.

#### 4.1.4 Processo de armazenamento de água de chuva

O processo de armazenamento dos sistemas de aproveitamento de água de chuva apresentados até o momento é constituído basicamente por dois reservatórios, um inferior e outro superior. O reservatório inferior deve se encontrar obrigatoriamente abaixo do ponto de coleta de água de chuva, pois o seu abastecimento é feito pela gravidade. Nesta pesquisa, o reservatório inferior, também chamado de primeiro reservatório de armazenamento, pode ser encontrado em uma torre de reservatórios e ao nível do solo ou do subsolo do terreno. Já o reservatório superior, também chamado de segundo reservatório de armazenamento, deve ser instalado acima dos pontos de distribuição de água de chuva.

O funcionamento do processo de armazenamento proposto nesta pesquisa é relativamente simples. As águas coletadas são transferidas através de tubulações por efeito da gravidade para o primeiro reservatório de armazenamento. Depois de armazenada, a água de chuva é succionada por uma moto-bomba e transferida ao segundo reservatório de armazenamento. Esta moto-bomba é acionada automaticamente sempre que o segundo reservatório de armazenamento estiver com baixo nível de água.

As manutenções e vistorias no processo de armazenamento são sempre necessárias e rotineiras. Para isto, torna-se necessário que tanto o reservatório inferior quanto o superior sejam dotados de uma tampa de inspeção. Assim como nos reservatórios de água potável, os reservatórios de água de chuva também devem possuir extravasor e um dreno para limpeza da descarga de fundo.

O dimensionamento dos reservatórios de água de chuva deve ser realizado com muito cuidado. Várias bibliografias demonstram alguns métodos de como realizar este dimensionado. Segundo MARINOSKI *et al.* (2004), existem duas formas de realizar o dimensionamento de reservatórios de água de chuva. Na primeira, utilizam-se os dados de precipitação, área de captação e demanda para buscar um volume de reservatório que atenda as necessidades de consumo da edificação. Na segunda forma, fixa-se um volume de

armazenamento para determinar o percentual que poderá ser atendido através do volume de água estocado no reservatório.

Partindo do mesmo princípio, outra forma de dimensionar o volume dos reservatórios é através do software Netuno, desenvolvido pelo Professor Enedir Ghisi em 2004. Este programa, disponibilizado no site do LabEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações) da UFSC, considera a quantidade de água tratada na edificação que pode ser substituída por água de chuva, para edificações residenciais. A partir da entrada de alguns dados, o programa Netuno calcula automaticamente o atendimento da demanda que pode ser suprida com água de chuva para diferentes volumes de reservatórios.

#### **4.1.5 Processo de distribuição de água de chuva**

Antes de definir o processo de distribuição de água de chuva nas edificações universitárias, foram identificados primeiramente os principais grupos de agentes consumidores de água na UFSC e posteriormente, foram analisados os maiores usos de água realizados por estes grupos.

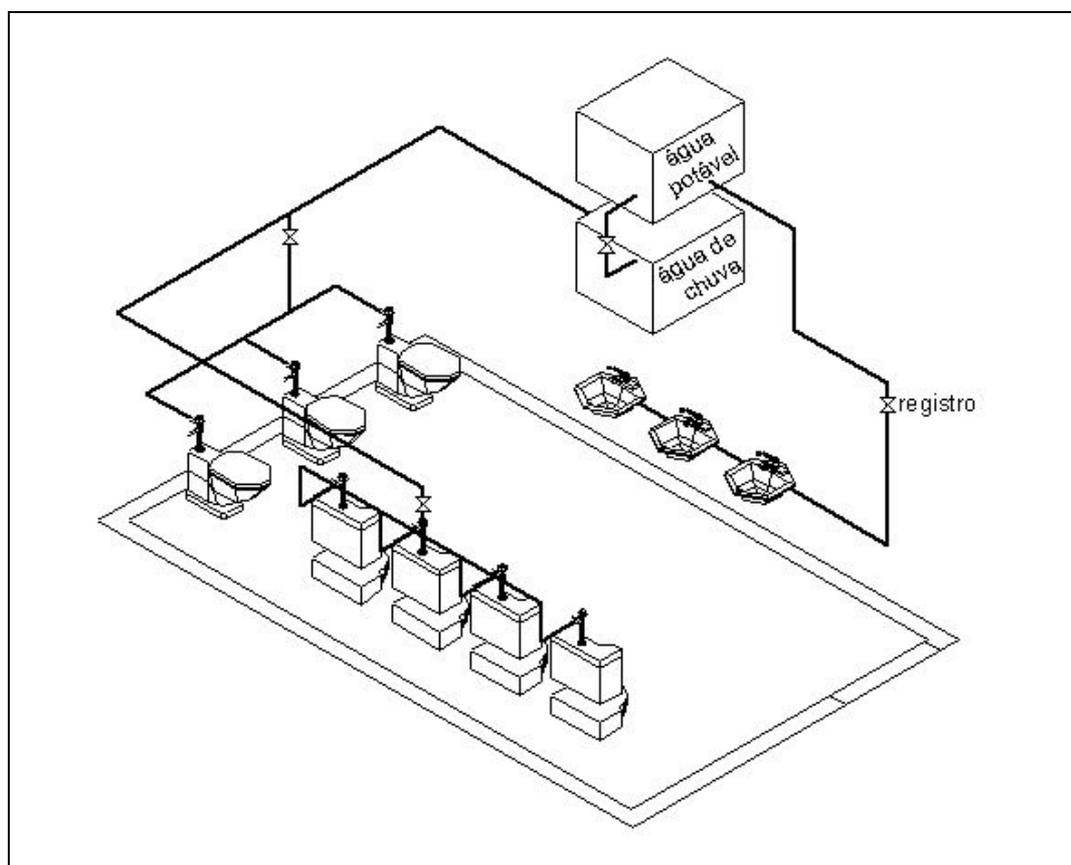
Os principais grupos de agentes consumidores de água identificados no campus universitário foram os alunos, professores, técnicos administrativos e trabalhadores terceirizados.

A grande maioria dos usuários das edificações são os estudantes universitários. Segundo dados fornecidos pelos setores administrativos da UFSC, de 1992 a 2004, a UFSC possuía um total de 373.693 alunos matriculados, enquanto o número total de docentes e técnicos administrativos nos mesmos anos não ultrapassou 62.894 trabalhadores.

Já os principais ambientes e equipamentos com consumo de água utilizados pelos estudantes são os banheiros e bebedouros. Como os bebedouros devem ser obrigatoriamente abastecidos com água potável, foram considerados somente os usos de água relacionados aos banheiros para serem avaliados. Dentro dos banheiros foram identificados os seguintes equipamentos com consumo de água: lavatórios, chuveiros, mictórios e vasos sanitários.

Os lavatórios foram desconsiderados para serem abastecidos com água de chuva, pois nestes equipamentos são realizadas atividades como lavar as mãos e rostos e escovar

os dentes, atividades que também exigem o uso de água potável. Já a presença de chuveiros é restrita a um pequeno número de banheiros dentro do campus universitário, sendo, portanto, os chuveiros também excluídos da análise. Logo, os únicos equipamentos que poderão ser abastecidos com água de chuva através do processo de distribuição nos banheiros são os mictórios e os vasos sanitários. A Figura 4.10, apresenta um esquema isométrico de como poderia ser realizado o processo de distribuição de água de chuva em um banheiro da UFSC.



**Fig 4.10: Esquema isométrico do processo de distribuição de água de chuva em um banheiro**

Além dos estudantes, também foram analisados os usos de água dos demais grupos consumidores identificados. Os professores e os técnicos administrativos são freqüentadores das mesmas atividades com uso de água realizadas pelos estudantes. Já com o grupo dos trabalhadores terceirizados, além das mesmas atividades dos demais grupos, há o uso de água potável nas atividades de limpeza. Nestas atividades, como mencionado em

diversas bibliografias, o uso de água de chuva é adequado quando utilizado de forma segura.

Portanto, no final desta análise, apenas um pequeno número de atividades foi selecionado para serem abastecidas com água de chuva, as quais foram: descargas de mictórios e vasos sanitários e limpeza de pisos. Estas atividades não exigem o uso de água potável e podem ser seguramente abastecidas com água de chuva. O ponto de distribuição destas atividades torna a forma de funcionamento do processo de distribuição muito simples, pois os vasos sanitários e mictórios são encontrados somente nos banheiros e não dispersos ao longo dos ambientes prediais das edificações. Já a limpeza de pisos pode ser abastecida em um ponto de distribuição específico, que deve estar obrigatoriamente ao alcance dos funcionários responsáveis pela limpeza das edificações e do campus universitário. A determinação do local deste ponto de distribuição deve ser cuidadosamente avaliada para cada edificação em análise, pois, este ponto de distribuição de água não potável deve estar fora do alcance de estudantes, docentes e técnicos administrativos para não ser utilizado de forma inadequada. O fechamento dos registros de abastecimento de água de chuva às torneiras usadas para a limpeza de pisos pode também ser recomendado sempre que for previsto que as mesmas ficarão fora de operação por um determinado período.

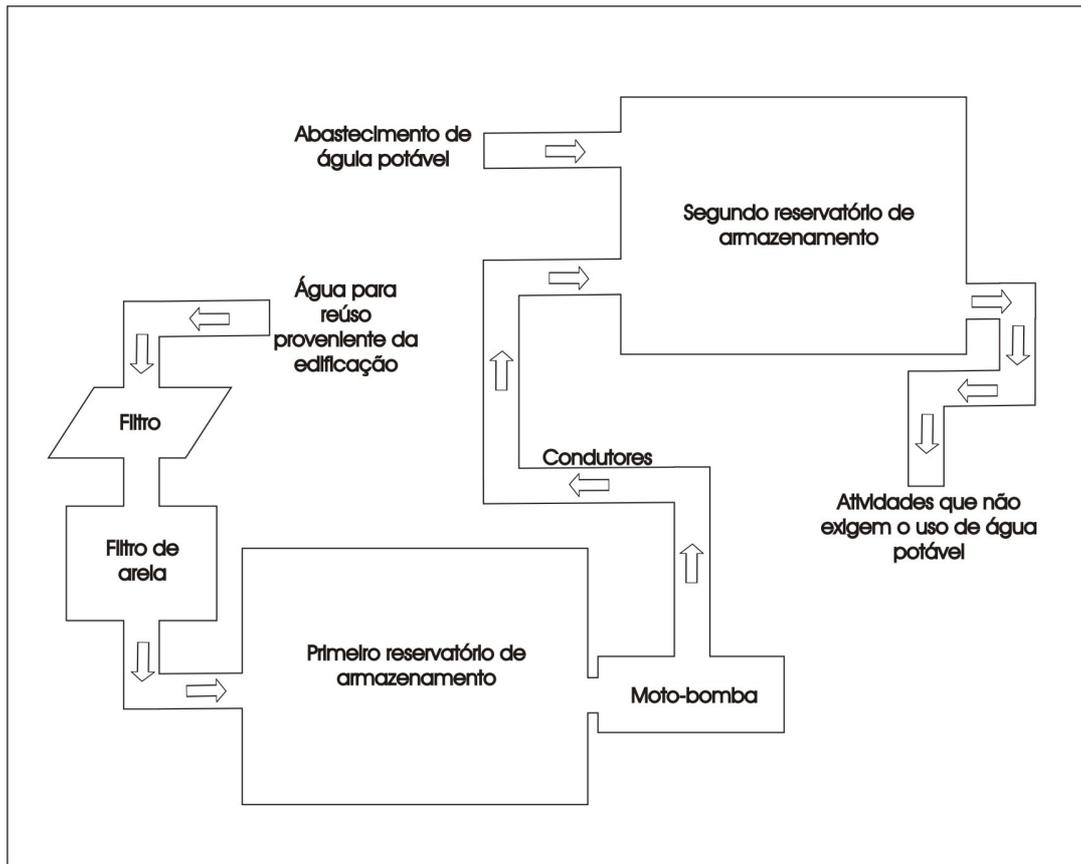
As atividades selecionadas (descargas de mictórios e vasos sanitários e limpeza de pisos) serão abastecidas diretamente pelo segundo reservatório de armazenamento de água de chuva. Um ramal de distribuição parte da saída de água de chuva do segundo reservatório até o ponto de sua utilização. Registros e desvios podem ser necessários durante o percurso da água de chuva desde o segundo reservatório de armazenamento até o seu ponto de uso final.

Apesar do pequeno número de atividades para serem abastecidas com água de chuva, provavelmente um grande potencial de economia de água potável pode ser alcançado. Segundo a análise da forma do funcionamento das edificações do campus, os pontos selecionados para serem abastecidos com água de chuva são grandes pontos consumidores de água, desprezando aqui os equipamentos atípicos como torre de resfriamento e estações de ar condicionado que não são alvos de estudo desta pesquisa.

## **4.2 Estratégias de projeto de sistemas de reúso de águas cinzas**

Semelhante ao sistema de aproveitamento de água de chuva, os sistemas de reúso de águas cinzas também são constituídos por um processo de coleta, um processo de tratamento, um processo de armazenamento e um processo de distribuição. No entanto, nestes sistemas, uma maior atenção deve ser dada ao processo de tratamento, pois parâmetros qualitativos inadequados podem afetar consideravelmente o sistema de reúso de águas cinzas.

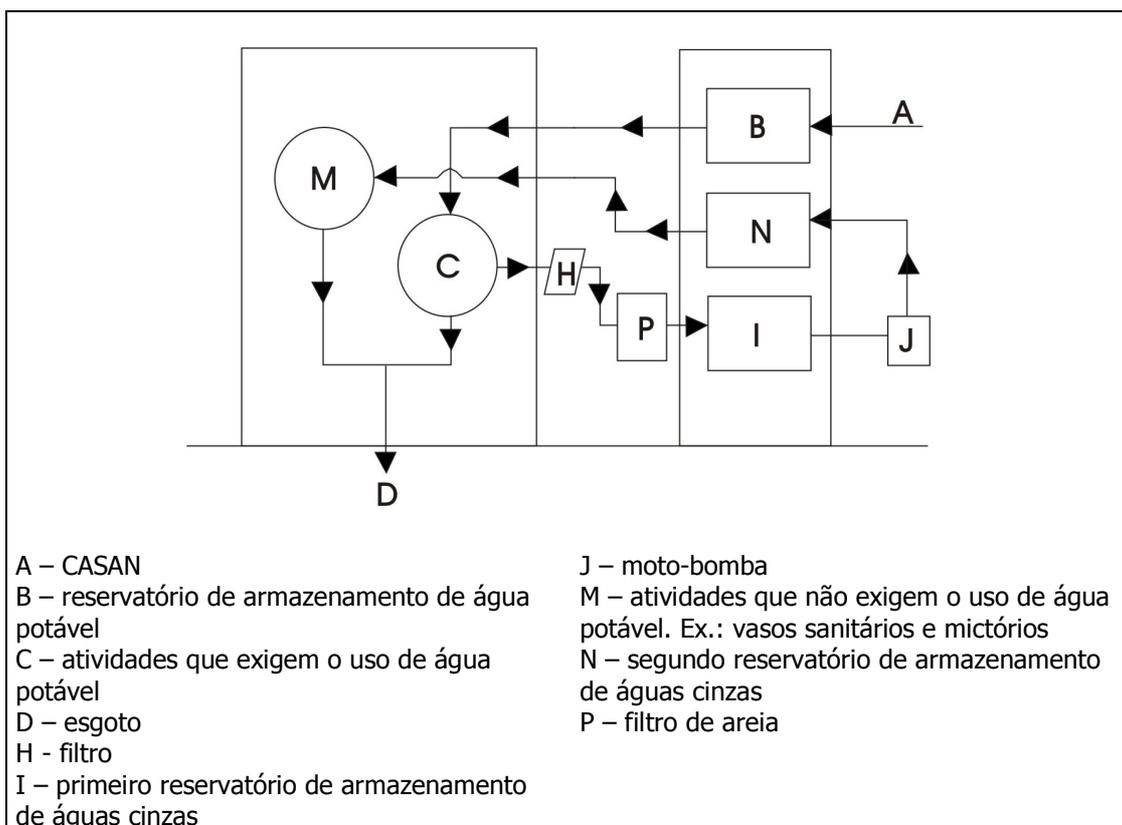
A Figura 4.12 apresenta um esquema de funcionamento de um sistema de reúso de águas cinzas. Através deste esquema, é possível obter uma melhor compreensão do percurso das águas cinzas desde a sua captação até o seu uso final. No sistema de reúso, havendo a ausência de águas cinzas, o segundo reservatório de armazenamento é abastecido com água potável automaticamente. As atividades selecionadas para serem abastecidas com águas cinzas nos sistemas de reúso foram as descargas de mictórios e vasos sanitários.



**Fig 4.11: Esquema de funcionamento de um sistema de reúso de águas cinzas**

Conforme foi apresentado nos sistemas de aproveitamento de água de chuva, também serão apresentados alguns esquemas básicos de reúso de águas cinzas na escala da edificação para o campus universitário da UFSC.

O sistema de reúso de águas cinzas pode ser implantado a partir do mesmo princípio básico demonstrado na Figura 4.2. Este esquema apresenta um sistema de reúso de águas cinzas utilizando uma torre de reservatórios.



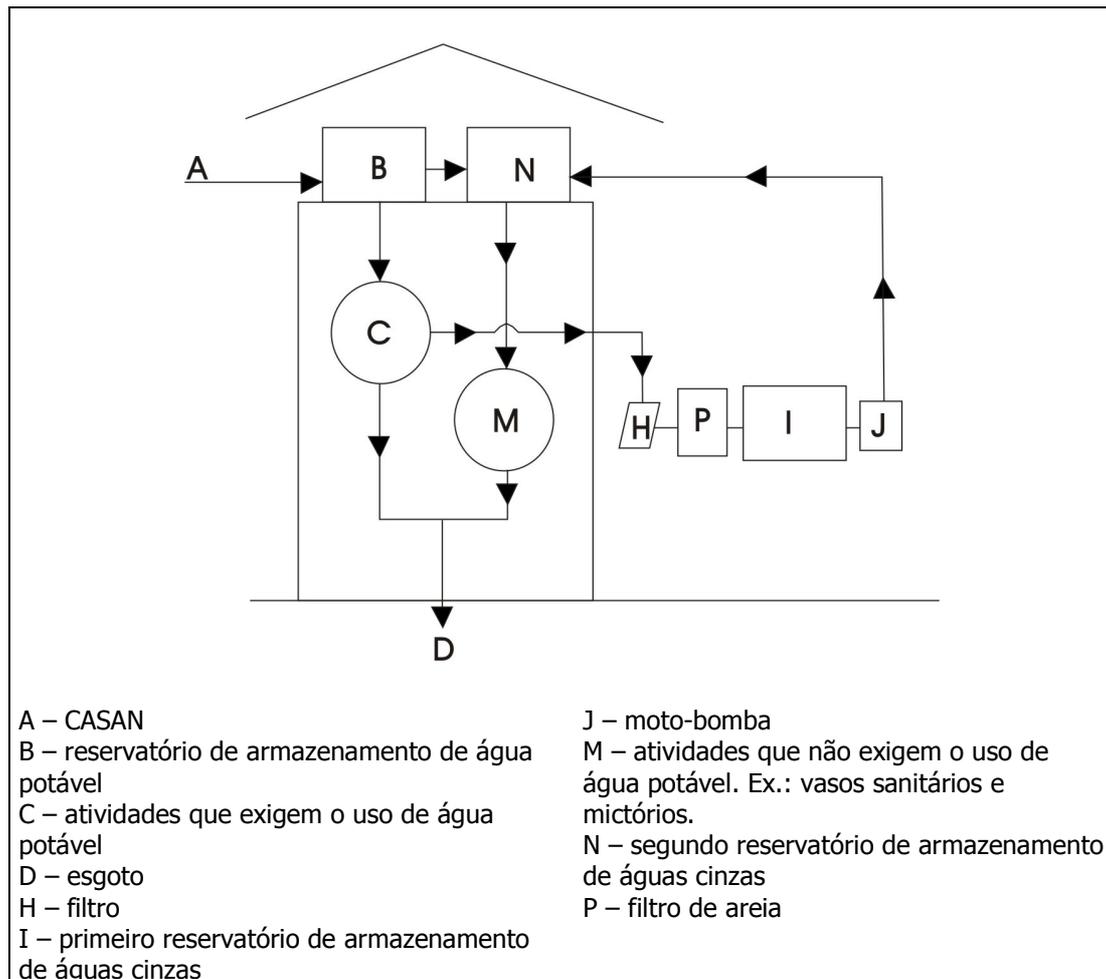
**Fig 4.12: Sistema de reúso de águas cinzas com torre de reservatórios**

Neste esquema, antes de atingir o primeiro reservatório de armazenamento, as águas cinzas passarão por dois filtros: um filtro convencional, para retenção de partículas maiores e um filtro de areia, para alteração do aspecto físico das águas cinzas. Após os filtros, as águas cinzas serão encaminhadas para o primeiro reservatório de armazenamento, o qual está localizado na torre de reservatórios. Semelhante ao mesmo esquema aplicado no sistema de aproveitamento de água de chuva com torres de reservatórios, as águas cinzas, após passarem pelo primeiro reservatório de armazenamento, serão sugadas pela moto-bomba e levadas para o segundo reservatório de armazenamento. Por efeito da gravidade, as águas cinzas armazenadas no segundo reservatório abastecerão as atividades que não exigem o uso de água potável, que são, especificamente, descargas de mictórios e vasos sanitários. Os efluentes resultantes destas atividades deverão ser encaminhados ao sistema de esgoto mais apropriado.

Acima do segundo reservatório de armazenamento de águas cinzas na torre de reservatórios está o reservatório de água potável abastecido pela companhia de

abastecimento público de água local. Este reservatório abastece aquelas atividades que exigem obrigatoriamente o uso de água potável.

Outro esquema, semelhante ao da Figura 4.3, onde o segundo reservatório de armazenamento de águas cinzas está coberto pelo telhado ou em local descoberto, mas apropriado na cobertura da edificação, é apresentado na Figura 4.13.



**Fig 4.13: Sistema de reúso de águas cinzas com reservatórios na cobertura da edificação**

O que diferencia o esquema da Figura 4.13 do anterior, é a localização dos reservatórios. O primeiro reservatório de armazenamento encontra-se ao nível do solo ou do subsolo da edificação, já o segundo reservatório de armazenamento e o reservatório de água potável estão localizados na cobertura da edificação.

### 4.2.1 Processo de coleta de águas cinzas

Como já mencionado na revisão bibliográfica, apenas determinadas atividades produzem um efluente que pode ser considerado como águas cinzas. Estas águas, por sua vez, devem ser tratadas para serem novamente utilizadas na edificação.

Os efluentes das cozinhas foram desconsiderados nos sistemas de reúso para a UFSC. Os mesmos podem conter restos alimentares, gorduras e detergentes, os quais podem formar espumas e prejudicar todo o funcionamento dos demais equipamentos do sistema.

As águas cinzas provenientes de laboratórios e ambientes de ensaios experimentais também foram desconsideradas como pontos de coleta. Apesar de não possuírem dejetos de origem de efluentes primários, os efluentes destes ambientes podem possuir uma variedade de materiais que podem prejudicar o funcionamento do sistema.

Depois de identificados os efluentes que poderiam ser seguramente utilizados no processo de reúso, foram avaliadas quais atividades fornecedoras de águas cinzas poderiam ser aproveitadas no campus universitário. Estas atividades foram: o uso de água nos lavatórios e nos bebedouros.

Geralmente, os efluentes dos lavatórios possuem bons parâmetros qualitativos para águas cinzas, principalmente por não possuírem poluentes expressivos. Provavelmente, o uso de sabões e cremes dentais nos lavatórios, não formará grandes quantidades de espumas dentro dos reservatórios de armazenamento, pois os mesmos estão presentes em quantidades expressivamente menores quando comparadas com a água utilizada.

Outro fator relevante na escolha dos lavatórios como ponto de coleta de águas cinzas é o desperdício de água relacionado aos lavatórios. Muitas campanhas de conscientização sugerem a economia de água através do fechamento das torneiras enquanto se escova os dentes, ou ainda, se ensaboia as mãos. Apesar do esforço dos meios de divulgação, o desperdício de água nos lavatórios ainda é muito expressivo. O ato de escovar os dentes ou ensaboar as mãos com as torneiras fechadas não é um exercício comum e de consciência pública. As águas desperdiçadas nos lavatórios, de acordo com a proposta do sistema de reúso de águas cinzas desta pesquisa, serão aproveitadas nas descargas de mictórios e vasos sanitários.

IO outro ponto de coleta de águas cinzas selecionado para a UFSC foram os bebedouros. Os bebedouros são responsáveis por um desperdício de água inevitável, pois, quando utilizados, uma grande quantidade de água não é consumida. Os mesmos estão presentes em grande número nas edificações da UFSC e são constantemente utilizados pela maioria dos usuários das edificações em diferentes períodos do dia.

Os efluentes provenientes das edificações caracterizados como águas cinzas devem ser criteriosamente avaliados para poderem ser devidamente encaminhados para o processo de tratamento.

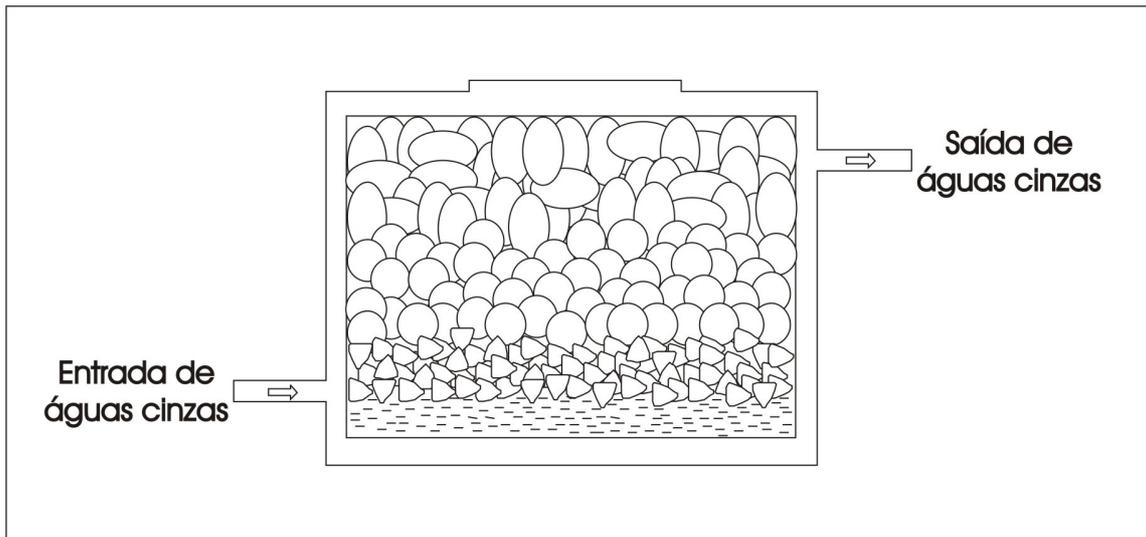
### **4.2.2 Processo de tratamento de águas cinzas**

No processo de tratamento de águas cinzas é essencial que sejam instalados filtros, os quais devem ser instalados antes dos reservatórios de armazenamento. Entretanto, para alcance de melhores resultados também recomenda-se o uso de filtros de areia, além da utilização dos filtros convencionais.

Após o filtro de areia, as águas serão armazenadas no primeiro reservatório de armazenamento, o qual possui um dreno para a limpeza da descarga de fundo do reservatório.

#### **4.2.2.1 Filtro de areia**

Apesar de simples, o filtro de areia é um equipamento muito eficaz. Conforme ilustrado na Figura 4.14, o filtro de areia consiste em um tanque onde dentro há uma redução gradual do tamanho do material usado. Primeiramente, é depositada uma camada de pequenos agregados no fundo do tanque, como areia média. Sobreposta a mesma, uma outra camada de agregado é depositada. Esta por sua vez, possui uma granulometria maior, como por exemplo, areia grossa ou areião. Sucessivamente, outras camadas de agregados de granulometria crescente serão sobrepostas até o total preenchimento do tanque, como por exemplo: pedra nº 0, pedra nº 2 e por fim, pedra nº 4.



**Figura 4.14: Filtro de areia**

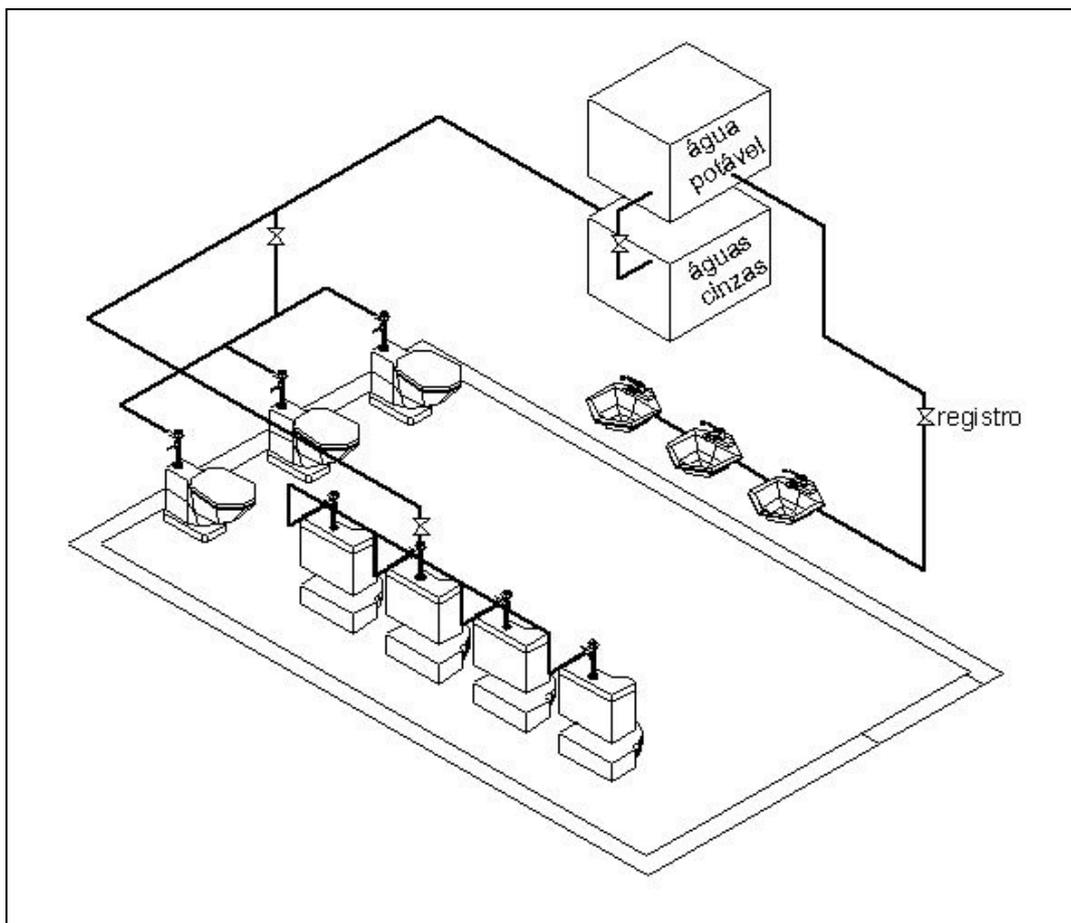
### 4.2.3 Processo de armazenamento de águas cinzas

A única diferença entre o reservatório de armazenamento de águas cinzas e o reservatório de água de chuva nesta pesquisa é a forma do seu dimensionamento. No dimensionamento dos reservatórios de águas cinzas deve ser considerado o volume de águas cinzas que será utilizado em um determinado período. Sendo assim, deverão ser estabelecidos os pontos de coleta e o volume de águas cinzas produzidos que será aproveitado. No mais, toda a estrutura dos reservatórios segue muito semelhante ao dos reservatórios de água de chuva, inclusive com a instalação de um extravasor para evitar o transbordamento dos reservatórios caso o volume de águas cinzas recebido seja muito maior do que o esperado e um dreno para limpeza da descarga de fundo do reservatório.

### 4.2.4 Processo de distribuição de águas cinzas

As atividades selecionadas para abastecimento com águas cinzas foram as descargas de mictórios e vasos sanitários. Como há o risco das águas cinzas não adquirirem ou manterem um aspecto límpido e cristalino após o processo de tratamento, as mesmas não serão empregadas na limpeza de pisos, evitando assim qualquer possibilidade de repulsão por parte dos funcionários ou dos usuários das edificações da UFSC.

Os motivos que fundamentaram a escolha do abastecimento das descargas de mictórios e vasos sanitários com águas cinzas através do processo de distribuição, são os mesmos que foram mencionados no processo de distribuição de água de chuva para abastecimento das mesmas atividades. O processo de distribuição também ocorre de forma muito semelhante conforme pode ser observado no esquema isométrico apresentado na Figura 4.14.



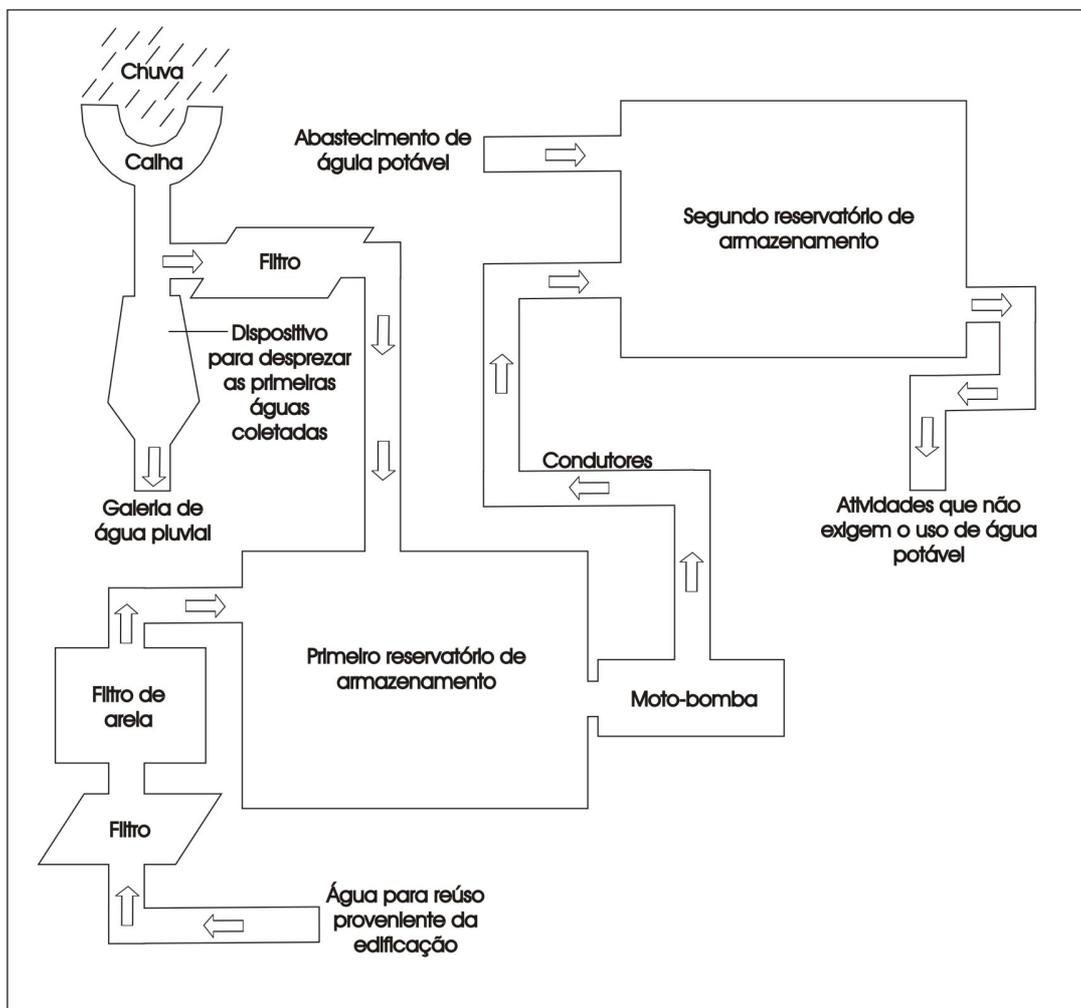
**Fig 4.14: Esquema isométrico do processo de distribuição de águas cinzas em um banheiro**

### 4.3 Estratégias de projeto de sistemas integrados

Outra forma de planejamento sustentável é a implantação simultânea de sistemas de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas em uma mesma edificação. A

forma de funcionamento dos sistemas pode ser independente uma da outra, porém, os objetivos de economia e preservação de água potável são os mesmos.

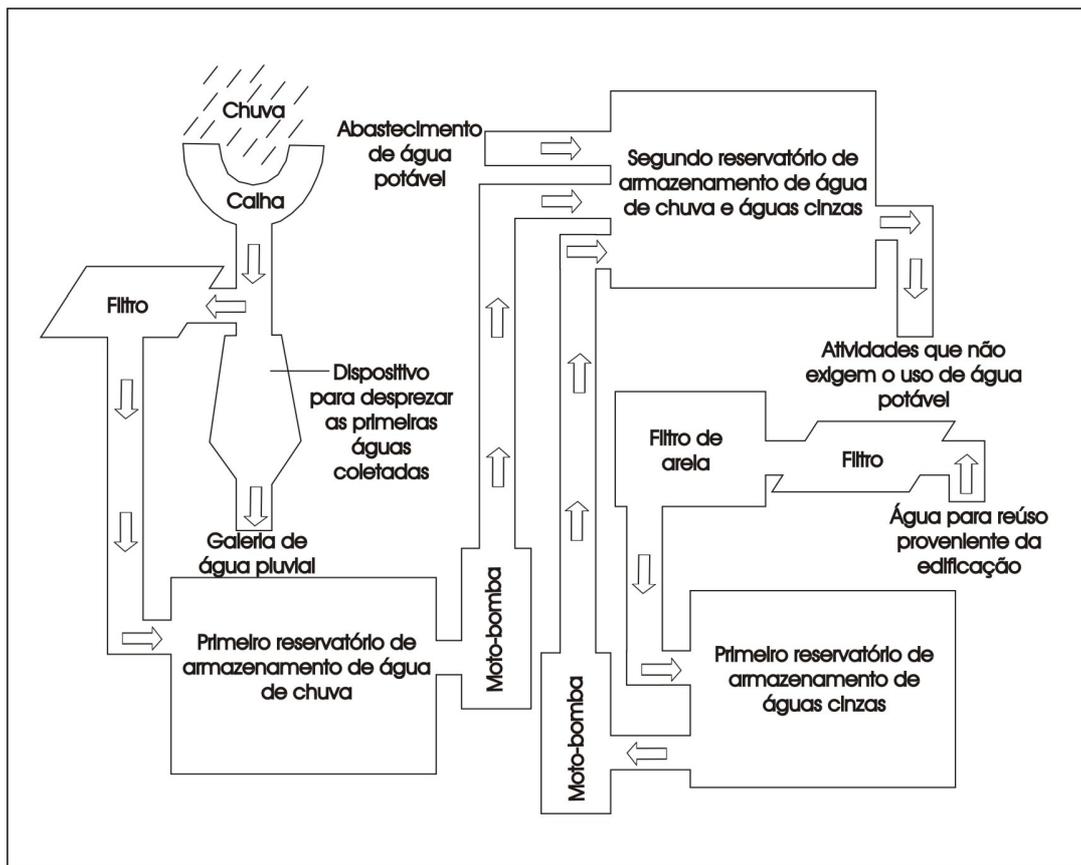
A Figura 4.15 ilustra um esquema pontual dos principais equipamentos utilizados nos sistemas de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas funcionando simultaneamente em um sistema integrado. Neste esquema há a utilização de apenas um reservatório de armazenamento inferior e um reservatório de armazenamento superior. Entretanto, a quantidade de reservatórios e a disposição dos mesmos pode variar conforme a configuração do sistema.



**Fig 4.15: Esquema de funcionamento de um sistema integrado utilizando um reservatório inferior e um reservatório superior**

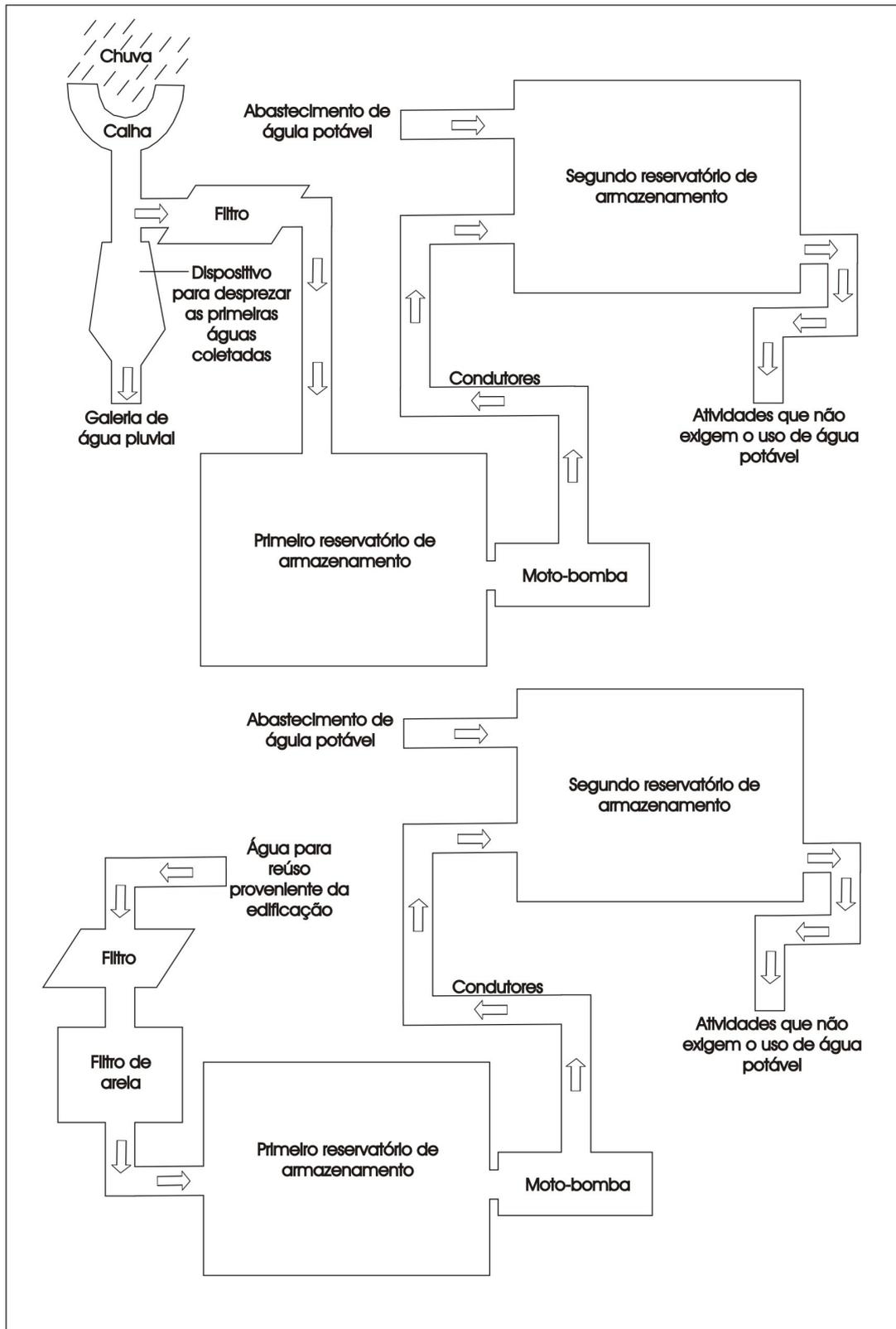
A Figura 4.16 apresenta um outro esquema utilizando dois reservatórios inferiores e um reservatório superior. Neste esquema, ao contrário do anterior, a água de chuva e as

águas cinzas são misturadas somente no segundo reservatório de armazenamento. Esta configuração utilizando dois reservatórios inferiores pode ser aplicada quando a coleta de água de chuva e a coleta de águas cinzas ocorrer em pontos distantes, onde dificilmente as mesmas poderiam ser dirigidas para um mesmo reservatório inferior.



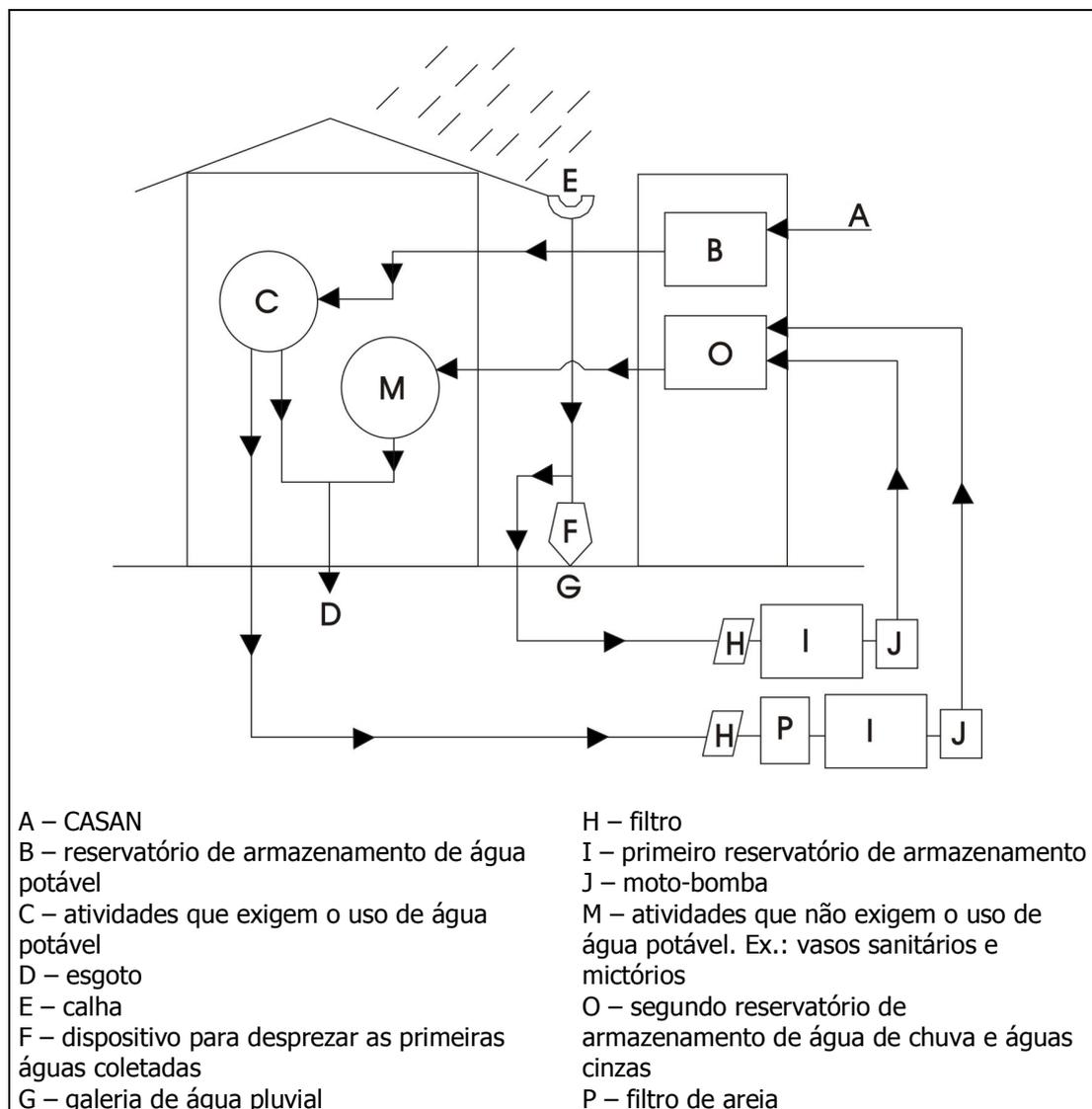
**Fig 4.16: Esquema de funcionamento de um sistema integrado utilizando reservatórios inferiores distintos e um único reservatório superior**

Já a Figura 4.17 apresenta o esquema de um sistema integrado utilizando dois reservatórios inferiores e dois reservatórios superiores. Nota-se neste esquema, que os dois sistemas funcionam de forma independente. Entretanto, os dois sistemas estão instalados em uma mesma edificação.



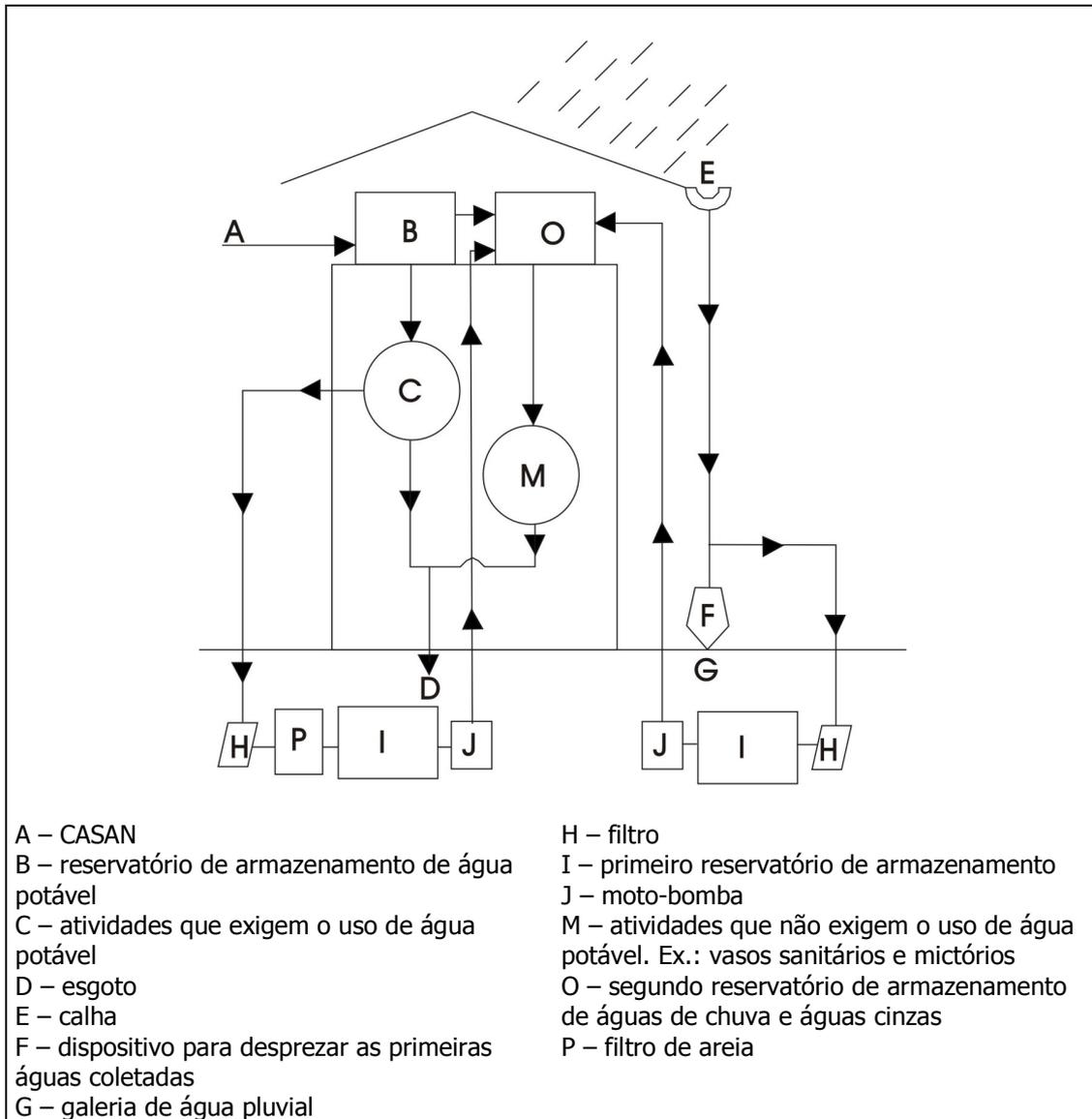
**Fig 4.17: Esquema de funcionamento de um sistema integrado utilizando reservatórios inferiores e superiores distintos**

A configuração de um sistema de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas pode possuir inúmeras variações. A Figura 4.18 ilustra o esquema de um sistema de aproveitamento de água de chuva integrado a um sistema de reúso de águas cinzas, utilizando um único reservatório superior de armazenamento de água não potável. Neste esquema, é utilizado uma torre de reservatórios, sistema semelhante ao empregado nas Figuras 4.2 e 4.12.



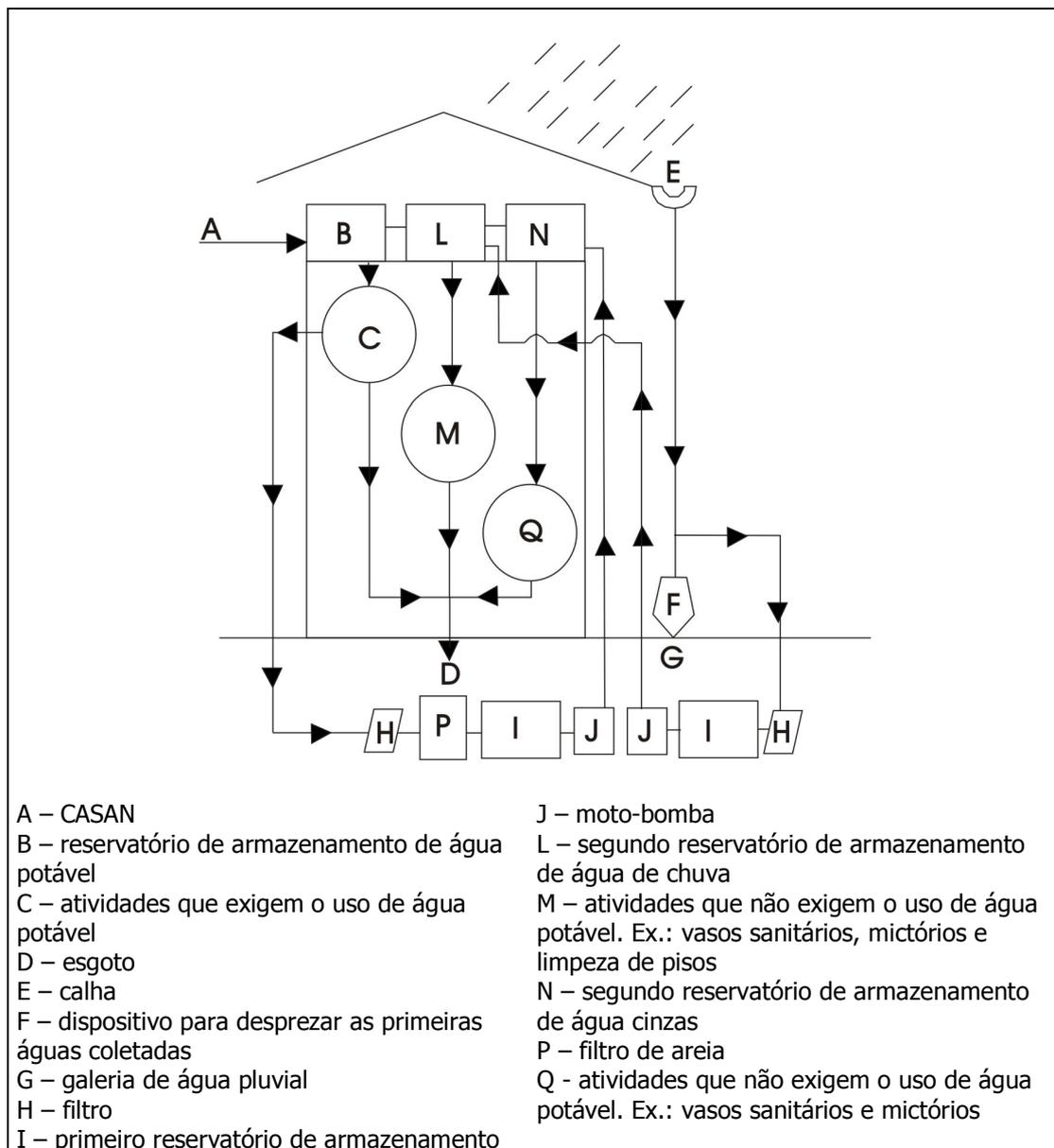
**Fig 4.18: Sistema de aproveitamento de água de chuva integrado a um sistema de reúso de águas cinzas com torre de reservatórios**

Outro exemplo de um sistema de aproveitamento de água de chuva integrado a um sistema de reúso de águas cinzas, utilizando um único reservatório superior de água não potável é apresentado na Figura 4.19.



**Fig 4.19: Sistema de aproveitamento de água de chuva integrado a um sistema de reúso de águas cinzas com reservatórios na cobertura da edificação**

Já a Figura 4.20 esclarece como poderia ser proposto um sistema de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas em uma mesma edificação utilizando dois reservatório inferiores e dois reservatórios superiores. A forma de funcionamento deste sistema é muito semelhante ao que foi apresentado nas Figuras 4.3 e 4.13.



**Fig 4.20: Sistema de aproveitamento de água de chuva integrado a um sistema de reúso de águas cinzas com reservatórios distintos na cobertura da edificação**

O que diferencia esta proposta do esquema anterior é a instalação de dois reservatórios superiores distintos na cobertura da edificação. Assim, o sistema de aproveitamento de água de chuva se torna praticamente independente do sistema de reúso de águas cinzas, porém, os dois sistemas estão implantados em uma mesma edificação.

### **4.3.1 Processo de coleta de água de chuva e águas cinzas**

O processo de coleta de águas de chuvas e de águas cinzas no sistema integrado é o mesmo processo utilizado nos sistemas de aproveitamento de água de chuva e nos sistemas de reúso de águas cinzas.

### **4.3.2 Processo de tratamento de água de chuva e águas cinzas**

Tanto o processo de tratamento de água de chuva quanto o processo de tratamento de águas cinzas no sistema integrado, é realizado da mesma forma quando os sistemas são implantados separadamente.

### **4.3.3 Processo de armazenamento de água de chuva e águas cinzas**

Foram elaboradas duas formas de armazenamento de água de chuva e das águas cinzas para os sistemas integrados na UFSC:

- Processo de armazenamento com 1 reservatório superior;
- Processo de armazenamento com 2 reservatórios superiores.

#### **4.3.3.1 Processo de armazenamento com 1 reservatório superior**

Nos reservatórios inferiores, o processo de armazenamento de água de chuva e de águas cinzas ocorre de maneira independente. Haverá um reservatório inferior para água de chuva e um reservatório inferior para as águas cinzas. Entretanto, há um único reservatório superior onde serão lançadas e misturadas a água de chuva e as águas cinzas.

#### **4.3.3.2 Processo de armazenamento com 2 reservatórios superiores**

O processo de armazenamento no sistema integrado utilizando 2 reservatórios superiores é muito semelhante ao processo utilizado para armazenamento de água de chuva e ao processo utilizado para armazenamento de águas cinzas quando analisados separadamente. Os dois sistemas funcionam de forma independente e simultânea. Haverá um reservatório inferior e outro superior para armazenamento de água de chuva, e um reservatório inferior e outro superior para armazenamento das águas cinzas.

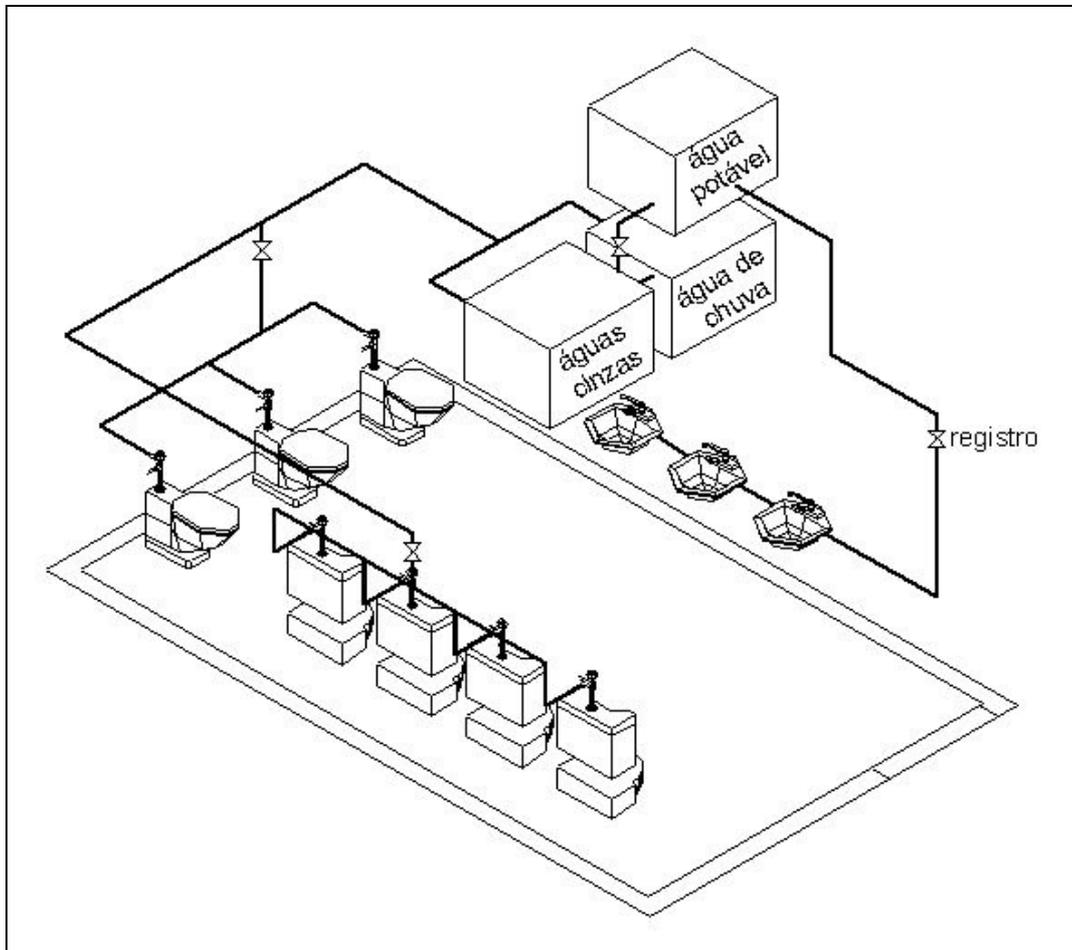
#### **4.3.4 Processo de distribuição de água de chuva e águas cinzas**

O processo de distribuição de água de chuva e águas cinzas no sistema integrado está ligado à forma de armazenamento das mesmas. Assim sendo, há dois processos de distribuição para os esquemas apresentados. Um processo de distribuição quando o sistema integrado utiliza 2 reservatórios superiores e um processo de distribuição quando o sistema integrado utiliza somente 1 reservatório superior.

No caso do armazenamento de água de chuva e águas cinzas em um único reservatório superior, somente as atividades de usos finais coincidentes serão abastecidas, as quais são: descargas de mictórios e vasos sanitários. A limpeza de pisos, neste caso, não será abastecida com água de chuva, pois, a água de chuva e as águas cinzas estarão misturadas dentro de um único reservatório superior.

Já no armazenamento da água de chuva e águas cinzas em dois reservatórios superiores distintos, nos ramais de distribuição, as ligações de água de chuva e de águas cinzas que partem dos reservatórios superiores devem se unir para abastecimento das atividades de usos finais coincidentes, as quais são: descargas de mictórios e vasos sanitários. Já a limpeza de pisos será abastecida através de um ramal de distribuição proveniente do reservatório superior de água de chuva. O esquema isométrico apresentado

na Figura 4.21, apresenta o processo de distribuição de água de chuva e águas cinzas em um banheiro utilizando dois reservatórios superiores distintos.



**Fig 4.21: Esquema isométrico do processo de distribuição de água de chuva e águas cinzas em um banheiro utilizando dois reservatórios superiores distintos**

### 4.3 Equipamentos economizadores de água

Grande parte do levantamento de equipamentos economizadores de água foi realizado pelos sites dos fabricantes através da pesquisa via internet. O conhecimento dos equipamentos disponíveis no mercado atual através deste veículo de divulgação ofereceu uma demonstração variada de equipamentos apropriados para serem instalados na UFSC. Alguns fabricantes de equipamentos hidro-sanitários possuem a divulgação de seus

produtos em páginas bem estruturadas e de fácil compreensão quanto à linha de equipamentos economizadores.

O restante dos equipamentos encontrados foi pesquisado em material impresso disponibilizado pelos próprios fabricantes através de uma solicitação formal junto departamento comercial da empresa. Ao final do levantamento, foram encontrados 7 fabricantes de equipamentos economizadores de água.

Ao final do levantamento, obteve-se uma amostra diversificada de produtos apropriados para serem instalados na UFSC. A pesquisa dos equipamentos foi dividida em 5 grupos, os quais são: torneiras, arejadores, mictórios, vasos sanitários, chuveiros e redutores de vazão.

### **3.1.1 Torneiras**

Foram encontrados dois tipos de torneiras economizadoras para serem instaladas na UFSC, as quais foram: torneiras hidromecânicas e automáticas. Os modelos encontrados são aplicáveis a maioria das edificações universitárias e respondem as necessidades de uso racional de água na UFSC.

#### **4.3.1.1 Torneiras hidromecânicas**

As torneiras hidromecânicas já são muito utilizadas em algumas edificações do campus universitário, como no Centro Sócio-Econômico e no Centro Tecnológico Científico. A Tabela 4.1 apresenta as torneiras hidromecânicas encontradas no levantamento.

Tabela 4.1: Torneiras hidromecânicas

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
DE MESA	<b>Torneira Decamatic</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ideal para uso público, com arejador e botão anti-furto</li> <li>- Funciona em alta e baixa pressão de água, permitindo regulagem de vazão através do registro integrado</li> </ul>	DECA	<a href="http://www.deca.com.br">www.deca.com.br</a> (novembro, 2005)
	<b>Torneira Pressmatic Noblesse</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistente a depredações</li> <li>- Possui registro regulador de vazão (RRV) com peneira integrada que economiza água pela adequação da vazão, conforme a pressão de instalação</li> </ul>	DOCOL	<a href="http://www.docol.com.br">www.docol.com.br</a> (novembro, 2005)
	<b>Torneira Pressmatic Inox</b> 			
	<b>Torneira Pressmatic 110</b> 			

Tabela 4.1: Torneiras hidromecânicas (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
DE MESA	<b>Torneira Pressmatic Deluxe</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistente a depredações</li> <li>- Possui registro regulador de vazão (RRV) com peneira integrada que economiza água pela adequação da vazão, conforme a pressão de instalação</li> </ul>	DOCOL	<a href="http://www.docol.com.br">www.docol.com.br</a> (novembro, 2005)
	<b>Torneira Luxo</b> 			
	<b>Torneira Júnior</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acabamento cromado de alto padrão</li> <li>- Possuem arejadores antifurto</li> <li>- Fabricadas conforme Norma NBR 13.713</li> </ul>	FORUSI	<a href="http://www.forusi.com.br">www.forusi.com.br</a> (novembro, 2005)
	<b>Torneira Standart</b> 			

Tabela 4.1: Torneiras hidromecânicas (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes							
DE MESA	<b>Torneira automática 89mm de mesa</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Única no mercado com temporizador ajustável</li> <li>- Manutenção e instalação simples</li> </ul>	ORIENTE	<a href="http://www.duotone.com.br/metaisoriente">www.duotone.com.br/metaisoriente</a> (novembro, 2005)							
	<b>Torneira automática Luxo 113 mm</b> 				DE PAREDE	<b>Torneira Pressmatic Deluxe</b>  <b>(Para bitolas de 1/2 pol. e 3/4 pol)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistente a depredações</li> <li>- Possui registro regulador de vazão (RRV) com peneira integrada que economiza água pela adequação da vazão, conforme a pressão de instalação</li> </ul>	DOCOL	<a href="http://www.docol.com.br">www.docol.com.br</a> (novembro, 2005)	<b>Torneira Pressmatic 120 de parede</b>  <b>(Para bitolas de 1/2 pol. e 3/4 pol)</b>	
DE PAREDE	<b>Torneira Pressmatic Deluxe</b>  <b>(Para bitolas de 1/2 pol. e 3/4 pol)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistente a depredações</li> <li>- Possui registro regulador de vazão (RRV) com peneira integrada que economiza água pela adequação da vazão, conforme a pressão de instalação</li> </ul>	DOCOL	<a href="http://www.docol.com.br">www.docol.com.br</a> (novembro, 2005)							
	<b>Torneira Pressmatic 120 de parede</b>  <b>(Para bitolas de 1/2 pol. e 3/4 pol)</b>					<b>Torneira Luxo de parede</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acabamento cromado de alto padrão</li> <li>- Possuem arejadores antifurto</li> <li>- Fabricadas conforme Norma NBR 13.713</li> </ul>	FORUSI	<a href="http://www.forusi.com.br">www.forusi.com.br</a> (novembro, 2005)		
	<b>Torneira Luxo de parede</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acabamento cromado de alto padrão</li> <li>- Possuem arejadores antifurto</li> <li>- Fabricadas conforme Norma NBR 13.713</li> </ul>	FORUSI	<a href="http://www.forusi.com.br">www.forusi.com.br</a> (novembro, 2005)							

Tabela 4.1: Torneiras hidromecânicas (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
DE PAREDE	<p data-bbox="300 703 574 763"><b>Torneira automática 89 mm</b></p> 	<ul data-bbox="612 770 1197 837" style="list-style-type: none"> <li>- Única no mercado com temporizador ajustável</li> <li>- Manutenção e instalação simples</li> </ul>	ORIENTE	<a href="http://www.duotone.com.br/metaisoriente">www.duotone.com.br/metaisoriente</a> (novembro, 2005)

Na pesquisa de torneiras hidromecânicas foram encontrados os mais variados modelos. Estas torneiras são acionadas com uma leve pressão e seu fechamento é automático após um tempo pré-determinado. As torneiras hidromecânicas, de modo geral, são resistentes a depredações e, portanto, indicadas principalmente para ambientes com grande fluxo de pessoas como o caso da UFSC.

No grupo das torneiras hidromecânicas, todos produtos encontrados demonstraram-se interessantes para serem instaladas na UFSC. Uma variedade de modelos é fabricada pelas empresas Deca, Docol, Forusi e Oriente. A escolha destas torneiras para a UFSC deve ser avaliada para cada caso, analisando aquelas que melhores se encaixam no tipo de ambiente e do lavatório.

Como ainda não há uma confiabilidade na durabilidade e na eficiência dos produtos pesquisados, recomenda-se a princípio, que sejam adquiridos alguns modelos de cada fabricante pesquisado. Após a determinação de um período de uso, deverão ser avaliados aqueles produtos que melhor corresponderam às necessidades dos edifícios universitários.

Sendo assim, dentre os fabricantes e as torneiras hidromecânicas pesquisadas, foram selecionados três modelos para serem instalados na UFSC:

- DECA: Torneira Decamatic
- DOCOL: Torneira Pressmatic Inox
- FORUSI: Torneira Luxo de mesa

#### 4.3.1.2 Torneiras automáticas

Já as torneiras automáticas, também chamadas de torneiras com sensores, estão apresentadas na Tabela 4.2. As torneiras automáticas são acionadas automaticamente quando o usuário coloca as mãos na área de leitura do sensor infravermelho e desliga imediatamente após o afastamento das mãos.

**Tabela 4.2: Torneiras automáticas**

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
DE MESA	<p><b>Torneira Decalux</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arejador anti-furto</li> <li>- Dispositivo anti-vandalismo com fechamento automático da água se o sensor for obstruído</li> <li>- Funciona em 110V e 220V com baixo consumo de energia elétrica (2W em operação), em alta e baixa pressão de água</li> <li>- Possui sistema de segurança com fusível de proteção e trabalha com baixa tensão: 8VCC</li> <li>- O alcance do sensor óptico é regulável</li> </ul>	DECA	www.deca.com.br (novembro, 2005)
	<p><b>Torneira Decalux Bateria</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não dá choque: possui sistema de segurança que trabalha com baixa tensão - 8VCC e fusível de proteção</li> <li>- Fechamento automático se o sensor for obstruído</li> <li>- Arejador anti-furto e baixo consumo de energia</li> <li>- Alcance do sensor óptico regulável, podendo ser alterada se necessário</li> </ul>		

Tabela 4.2: Torneiras automáticas (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
DE MESA	<p><b>Torneira para Lavatório</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentada por energia elétrica</li> <li>- Arejador incorporado ao produto</li> <li>- Fácil instalação (entrada universal de energia 90 a 240 VCA, tensão alternada)</li> <li>- Total segurança contra choques elétricos, baixa tensão da válvula solenóide e no circuito (12 VCC, tensão contínua)</li> </ul>	DOCOL	www.docol.com.br (novembro, 2005)
	<p><b>Torneira Zenit</b></p> 	<p>Não fornecidas pelo fabricante</p>		
	<p><b>Torneira DocolEletric ON/OFF</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipada com sensor lateral, inicia ou interrompe a passagem de água com a simples aproximação das mãos</li> <li>- Alimentação elétrica universal</li> <li>- Acompanha Registro Regulador de Vazão (RRV)</li> <li>- Adequação a usuários que necessitam de condições especiais</li> </ul>		
	<p><b>Torneira Formatta DocolTronic</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arejador incorporado ao produto</li> <li>- Funciona com bateria de longa duração (6 V)</li> <li>- Segurança contra choques ou falta de energia</li> <li>- Funciona em alta e baixa pressão (2 a 40 mca)</li> <li>- Especialmente indicada para área de saúde, como centros cirúrgicos</li> </ul>		

Tabela 4.2: Torneiras automáticas (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
DE MESA	<p><b>Torneira eletrônica com sensor</b></p> 	Não fornecidas pelo fabricante	ORIENTE	www.duotone.com.br/metaisoriente (novembro, 2005)
	<p><b>Torneira eletrônica com sensor</b></p> 			
DE PAREDE	<p><b>Torneira DocolTronic</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acionamento por sensor eletrônico</li> <li>- Funciona com bateria de longa duração (9 V)</li> <li>- Funciona em alta e baixa pressão (2 a 40 mca)</li> <li>- Especialmente indicada para área de saúde, como centros cirúrgicos</li> </ul>	DOCOL	www.docol.com.br (novembro, 2005)

Tabela 4.2: Torneiras automáticas (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
<b>DISPOSITIVO OPCIONAL</b>	<p><b>Controle Remoto Aquacontrol</b></p>  <p><b>OBS:</b> Utilizado nas torneiras ou misturadores de mesa DocolTronic</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivo opcional que permite regular o tempo que os produtos permanecem ligados e a distância mínima para acionamento</li> </ul>	<b>DOCOL</b>	<a href="http://www.docol.com.br">www.docol.com.br</a> (novembro, 2005)

As torneiras automáticas são elogiadas por muitos usuários, mas também depreciadas por outros. A forma de seu funcionamento e a qualidade dos produtos pode tornar o seu uso desconfortável, principalmente quando as torneiras estiverem programadas para serem ativadas somente quando as mãos estiverem muito próximas dos sensores de presença. O desligamento automático das torneiras também pode ser em certos momentos indesejável.

Algumas torneiras com sensores já vêm acopladas com arejadores e dispositivos antifurto, e geralmente, possuem total segurança contra choques elétricos. As torneiras automáticas proporcionam muito mais higiene dispensando qualquer contato manual com o produto. Para a UFSC, as mesmas são apropriadas principalmente para as áreas de saúde.

As torneiras automáticas, embora sejam econômicas, não são, a princípio, recomendadas para serem instaladas em grande escala na UFSC. Além de um custo adicional com energia, as torneiras automáticas são mais caras quando comparadas com as torneiras hidromecânicas. Entretanto, as mesmas não estão descartadas da possibilidade de instalação. Novas análises de custo, benefício e qualidade podem ser elaboradas para empregar o uso em maior quantidade de torneiras automáticas na UFSC.

Foram selecionados três modelos de torneiras automáticas para serem instaladas na UFSC, as quais foram:

- DECA: Torneira Decalux
- DOCOL: Torneira Zenit
- ORIENTE: Torneira eletrônica com sensor

### 4.3.1.3 Equipamentos especiais de torneiras

No levantamento de torneiras economizadoras foram encontrados alguns equipamentos especiais que também são interessantes para serem instalados na UFSC devido suas peculiaridades. Dentre estes equipamentos, destacam-se as válvulas de acionamento, as quais estão apresentados na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3: Equipamentos especiais de torneiras**

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
<b>PARA PORTADORES DE DIFICULDADES MOTORAS, IDOSOS E CRIANÇAS</b>	<p style="text-align: center;"><b>Torneira Pressmatic Benefit</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A alavanca facilita o acionamento do produto</li> <li>- Ideal para portadores de dificuldades motoras, idosos e crianças.</li> </ul>	<b>DOCOL</b>	<a href="http://www.docol.com.br">www.docol.com.br</a> (novembro, 2005)

Tabela 4.3: Equipamentos especiais de torneiras (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
ANTIVANDALISMO	<p><b>Torneira de Parede Antivandalismo</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os componentes vitais são totalmente embutidos, dificultando a depredação e o furto das peças</li> <li>- Design resistente a depredações.</li> <li>- Embutida/chumbada na parede, podendo suportar um peso de 200 Kg.</li> <li>- Funciona em alta e baixa pressão</li> <li>- Para bitolas de 3/4 pol</li> </ul>	DOCOL	www.docol.com.br (novembro, 2005)
VÁLVULAS	<p><b>Válvula Pematic Piso</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O fechamento automático assegura o controle do consumo de água</li> <li>- O acionamento suave com o pé dispensa o contato manual com o produto</li> <li>- Para bitolas de 1/2 pol</li> </ul>		
	<p><b>Válvula Pematic Parede</b></p> 			
	<p><b>Válvula Pedalmatic</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pedal antidesslizante</li> <li>- Pedal dobrável, facilita a limpeza do piso e o acesso para manutenção</li> <li>- Instalação simplificada com a fixação externa do aparelho na parede ou no piso</li> <li>- Sem necessidade de quebrar a alvenaria para embutir as peças</li> <li>- Acompanha registro regulador de vazão e flexíveis</li> <li>- Dispensa o contato manual com o produto, acionamento suave com o pé</li> <li>- Para bitolas de 1/2 pol</li> </ul>		

Neste grupo de equipamentos especiais foi encontrada uma torneira hidromecânica ideal para portadores de dificuldade motora, idosos e crianças. Esta torneira possui uma alavanca acoplada que facilita o acionamento do equipamento uma vez que esta diminui a

distância e reduz a necessidade de pressão empregada para obter o seu pleno funcionamento.

Outro produto peculiar encontrado neste grupo foi um modelo de torneira hidromecânica antivandalismo. Devido ao alto grau de depredação dos equipamentos sanitários de edifícios públicos, os equipamentos antivandalismo são ideais para universidades. Nesta torneira, os componentes vitais do equipamento são totalmente embutidos, dificultando sua destruição e o furto das peças.

Também foram encontradas válvulas de torneiras acionadas através dos pés. Estas válvulas são também de acionamento hidromecânico e de fechamento automático, e devem ser instaladas defronte às torneiras. Além de serem extremamente práticas, as válvulas acionadas através dos pés evitam o contato direto com as mãos, o que pode ser uma exigência obrigatória de certos ambientes dentro das edificações universitárias, como laboratórios, cozinhas e principalmente, em alguns ambientes no Centro de Ciências e Saúde.

Foram encontrados três modelos de válvulas de acionamento através dos pés. Destes três modelos encontrados, apenas um deve ser instalado na parede. Os demais devem ser instalados no próprio piso.

O sistema de funcionamento de umas destas válvulas é caracterizado pela existência de um pedal em forma de alavanca. A forma de acionamento parte do mesmo princípio das demais válvulas, entretanto, o seu fechamento não é automático. O fluxo de água ocorre durante o tempo em que é feito o acionamento da mesma. No entanto, existem modelos no mercado que apresentam uma trava para evitar que o usuário permaneça acionando o sistema no decorrer de uma atividade demorada. Este equipamento pode ser acoplado às torneiras em ambientes específicos da UFSC. Este tipo de válvula evita o contato manual com as torneiras e são muito mais práticas que as torneiras convencionais.

Sendo assim, considerando aqueles equipamentos que melhor correspondem às necessidades e as peculiaridades de ambientes específicos dentro da UFSC, foram selecionados os seguintes produtos:

- DOCOL: Torneira Pressmatic Benefit
- DOCOL: Válvula Pematic Piso

➤ DOCOL: Válvula Pedalmatic

### 4.3.2 Arejadores

O grupo de arejadores encontrados no levantamento de equipamentos economizadores de água é apresentado na Tabela 4.4. O grupo de arejadores foi dividido em dois tipos: arejadores para torneiras internas e arejadores para chuveiros e torneiras externas.

**Tabela 4.4: Arejadores de água**

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
PARA TORNEIRAS INTERNAS	<p><b>Arejador Economizador para Torneiras</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantém a vazão constante</li> <li>- Recomendado para pressões acima de 100 Kpa</li> <li>- Dispensa manutenção por não possuir telas que acumulam resíduos</li> <li>- Produto anti-vandalismo, pois é removível somente com chave especial que o acompanha</li> </ul>	DECA	<a href="http://www.deca.com.br">www.deca.com.br</a> (novembro, 2005)
	<p><b>Arejador Standard Rosca Externa</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduz o consumo de água</li> <li>- Adiciona ar à água no jato</li> </ul>	DOCOL	<a href="http://www.docol.com.br">www.docol.com.br</a> (novembro, 2005)

Tabela 4.4: Arejadores de água (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
PARA CHUVEIROS E TORNEIRAS EXTERNAS	<p style="text-align: center;"><b>Arejador Economizador para Chuveiros e Torneiras de Jardim</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantém a vazão constante</li> <li>- Recomendado para pressões acima de 100 Kpa</li> <li>- Pode ser instalado nas torneiras das áreas externas</li> </ul>	<b>DECA</b>	<a href="http://www.deca.com.br">www.deca.com.br</a> (novembro, 2005)

O arejador é um componente instalado na extremidade da bica de uma torneira que reduz a seção de passagem da água através de peças perfuradas ou telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento de água. Desta forma, os arejadores reduzem o consumo de água adicionando ar à água no jato.

Conforme mostra a Tabela 4.4, além da instalação de arejadores nas torneiras internas das edificações universitárias, os arejadores também podem ser instalados nos chuveiros e torneiras de áreas externas. As empresas Deca e Docol fabricam alguns modelos destes equipamentos. Os arejadores podem reduzir o consumo de água sem exigir a troca dos atuais equipamentos das edificações universitárias. Caso sejam construídas edificações prevendo uma linha de equipamentos economizadores de água, os arejadores não são desnecessários, pois os mesmos podem melhorar o desempenho de muitas torneiras.

Os arejadores selecionados, através do levantamento, para instalação na UFSC foram:

- DOCOL: Arejador Standard Rosca Externa
- DECA: Arejador economizador para chuveiros e torneiras de jardim

### 4.3.3 Mictórios

Após os arejadores, foram levantadas as válvulas de descarga de mictórios. Os mictórios podem ser de dois tipos: coletivos e individuais. Os mictórios coletivos são aqueles que atendem a mais de um usuário simultaneamente. O mictório coletivo apresenta como vantagem, em relação ao mictório individual, a capacidade de atendimento de mais usuários por metro linear do sanitário, podendo atender a um grande número de usuários em curtos períodos de pico. Os mictórios individuais são aqueles utilizados por um único usuário por vez. Estes mictórios são, caracteristicamente, fabricados industrialmente em série, em geral em louça cerâmica.

A louça dos mictórios nada contribui para economia de água. O consumo de água nos mictórios está relacionado com a descarga dos mesmos. Para tanto, é através das válvulas de acionamento de descarga onde se pode obter uma significativa redução do consumo de água.

Foram encontrados dois tipos de válvulas de acionamento de descarga de mictórios: válvulas hidromecânicas e válvulas eletrônicas.

Outro meio de se obter a descarga de mictórios é através de válvulas temporizadas. Entretanto, não foram encontradas válvulas temporizadas no levantamento deste trabalho, embora seja possível assegurar a produção e utilização dos mesmos através de algumas bibliografias.

Com este tipo de válvula, a descarga do mictório pode ser obtida por um sistema de temporizador eletrônico. O temporizador eletrônico é responsável por regular o intervalo entre descargas e o tempo de duração da descarga. O temporizador é facilmente adaptado às instalações hidráulicas. Para realizar a descarga do mictório, junto ao temporizador deve-se instalar uma válvula solenóide elétrica. Assim que a válvula receber o sinal do temporizador, a mesma libera o fluxo de água para a limpeza dos mictórios.

Outro produto muito interessante que se teve conhecimento através de algumas bibliografias foi o mictório sem água. O mesmo não utiliza água, pois, não é necessário o acionamento de descargas. Na linha de equipamentos economizadores de água, o mictório sem água é um dos produtos mais avançados tecnologicamente no mercado atual, proporcionando uma economia de 100% quanto ao consumo de água. Ainda neste item, serão apresentados alguns modelos deste tipo de produto.

#### 4.3.3.1 Válvulas hidromecânicas

As válvulas de descarga de mictórios de acionamento hidromecânico encontradas no levantamento estão apresentadas na Tabela 4.5. Não há uma grande variedade deste tipo de válvulas, sendo as mesmas tratadas sem diferenciação.

**Tabela 4.5: Válvulas de descarga de mictórios hidromecânicas**

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
ACIONAMENTO HIDROMECÂNICO	<p><b>Decamatic Mictório</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funciona em alta e baixa pressão de água, permitindo regulagem de vazão</li> <li>- Segue a norma ABNT/NBR13.713 de aparelhos hidráulicos acionados manualmente e com ciclo de fechamento automático</li> </ul>	DECA	<a href="http://www.deca.com.br">www.deca.com.br</a> (novembro, 2005)

Tabela 4.5: Válvulas de descarga de mictórios hidromecânicas (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
ACIONAMENTO HIDROMECÂNICO	<p><b>Pressmatic Mictório Inox</b></p>  <p>(Tudo de ligação flexível)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para bitolas de 1/2 pol. e 3/4 pol</li> </ul>	DOCOL	<a href="http://www.docol.com.br">www.docol.com.br</a> (novembro, 2005)
	<p><b>Pressmatic Mictório Deluxe</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para bitolas de 1/2 pol. e 3/4 pol</li> </ul>		
	<p><b>Pressmatic Mictório Compact</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para bitolas de 1/2 pol. e 3/4 pol</li> </ul>		

Tabela 4.5: Válvulas de descarga de mictórios hidromecânicas (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
ACIONAMENTO HIDROMECÂNICO	<p><b>Válvula para mictório</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acabamento cromado de alto padrão</li> <li>- Arejadores antifurto</li> <li>- Fabricadas conforme Norma NBR 13.713</li> </ul>	FORUSI	<a href="http://www.forusi.com.br">www.forusi.com.br</a> (novembro, 2005)
	<p><b>Valvula de Mictório 46mm</b></p> 	<p>Não fornecidas pelo fabricante</p>	ORIENTE	<a href="http://www.duotone.com.br/metaisoriente">www.duotone.com.br/metaisoriente</a> (novembro, 2005)

O acionamento hidromecânico de descargas de mictórios é realizado através de válvulas de corpo metálico fechado, por onde a água passa para chegar ao mictório. Ao contrário de muitos mictórios onde a descarga e limpeza dos mesmos é realizada pela vazão constante de um fluxo de água, a descarga com acionamento hidromecânico é realizada pela leve pressão das válvulas, que imediatamente após a liberação da pressão pelo usuário, ocorre o retorno do êmbolo pela ação da própria água e de uma mola interior ao corpo da válvula. Assim, estas válvulas proporcionam uma significativa economia de água.

No levantamento, foram encontrados alguns modelos de válvulas apropriadas para serem instaladas nos banheiros das edificações da UFSC. As mesmas são fabricadas pelas empresas Deca, Docol, Forusi e Oriente.

Seguindo o mesmo princípio do levantamento das torneiras hidromecânicas, foram selecionados alguns modelos de válvulas de mictórios de acionamento hidromecânico. Foram selecionadas as seguintes válvulas:

- DOCOL: Pressmatic Mictório Compact
- FORUSI: Válvula para mictório
- ORIENTE: Válvula de mictório 46 mm

#### 4.3.3.2 Válvulas eletrônicas

Já as válvulas eletrônicas estão apresentadas na Tabela 4.6. Estas válvulas também são chamadas de válvulas com sensores ou válvulas automáticas.

**Tabela 4.6: Válvulas de descarga de mictórios eletrônicas**

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
ACIONAMENTO ATRAVÉS DE SENSORES	<p><b>Decalux Mictório</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funciona em 110V e 220V com baixo consumo de energia elétrica (2W em operação), em alta e baixa pressão de água</li> <li>- Possui sistema de segurança com fusível de proteção e trabalha com baixa tensão - 8VCC</li> <li>- O alcance do sensor óptico e o tempo de descarga são reguláveis</li> </ul>	DECA	www.deca.com.br (novembro, 2005)

Tabela 4.6: Válvulas de descarga de mictórios eletrônicas (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
ACIONAMENTO ATRAVÉS DE SENSORES	<p><b>Decalux Mictório Bateria</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ideal para o uso público, só é acionada após a saída do usuário, garantindo higiene total</li> <li>- Proporciona um consumo de água de 0,7L por descarga</li> <li>- Funciona em alta e baixa pressão (2 a 40 mca)</li> <li>- Possui abertura e fechamento automático e o alcance óptico e o tempo de descarga no mictório são reguláveis</li> <li>- Possui sistema de segurança com fusível de proteção e trabalha com baixa tensão - 8VCC</li> </ul>	DOCOL	www.docol.com.br (novembro, 2005)
	<p><b>Válvula para Mictório DocolEletric</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O alcance do sensor óptico e o tempo de descarga são reguláveis</li> <li>- Alimentada por energia elétrica (entrada universal 90 a 240 Vca, com fonte que pode ser coberta com espelho de luz)</li> <li>- Seguro contra choques elétricos, trabalha com baixa tensão de segurança (12 Vcc)</li> <li>- Fluxo fixo de 5 segundos, garantindo a limpeza do vaso</li> <li>- Realiza uma descarga automática após 12 horas sem uso, evitando refluxo de odores</li> </ul>		
	<p><b>Válvula Eletrônica de Mictório</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O alcance do sensor óptico e o tempo de descarga são reguláveis</li> <li>- Desliga automaticamente</li> <li>- Utiliza bateria de longa durabilidade (9 volts), garantindo ao usuário total segurança contra choques elétricos ou falta de energia</li> <li>- Para bitolas de 1/2 pol</li> <li>- Possui registro regulador de vazão com filtro integrado que economiza água pela adequação da vazão, conforme a pressão de instalação</li> </ul>		

Tabela 4.6: Válvulas de descarga de mictórios eletrônicas (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
ACIONAMENTO ATRAVÉS DE SENSORES	<p><b>Válvula Eletrônica</b></p> 	Não fornecidas pelo fabricante	ORIENTE	www.duotone.com.br/metaisoriente (novembro, 2005)

Além da redução do consumo de água, as válvulas eletrônicas proporcionam higiene absoluta. Neste tipo de válvula, quando o usuário se aproxima e se posiciona defronte ao mictório, o sensor que emite continuamente um sinal imperceptível ao usuário, infravermelho ou ultra-som, detecta a sua presença. Em geral, na maioria dos equipamentos, o fluxo de água só é liberado após o afastamento do usuário, o que garante um menor consumo de água. O tempo médio de acionamento dos produtos encontrados no mercado encontra-se em torno de 5 a 6 segundos.

Geralmente, as válvulas de mictórios acionadas através de sensores garantem segurança contra choques ou falta de energia elétrica e podem ser alimentados por 110 ou 220 volts. As características específicas dos modelos de válvulas eletrônicas encontradas no levantamento são semelhantes. Todos os modelos encontrados demonstram-se muito eficientes para serem utilizados nas edificações da UFSC.

Ao contrário das torneiras automáticas, as válvulas eletrônicas são mais adequadas que as válvulas hidromecânicas, apesar do custo e do gasto adicional com energia. Isto se deve ao fato de muitas válvulas hidromecânicas de mictórios não serem utilizadas pelos os seus usuários. Sendo assim, as válvulas eletrônicas podem ser a melhor opção de economia

e conforto para garantia da qualidade das louças dos mictórios e melhor higiene dos banheiros da UFSC.

Foram selecionados alguns modelos de válvulas eletrônicas para serem instaladas na UFSC, as quais foram:

- DECA: Decaluc Mictório
- DOCOL: Válvula eletrônica de mictório
- ORIENTE: Válvula eletrônica

### **4.3.3.3 Mictórios sem água**

Não foram encontrados mictórios sem água de fabricação nacional. Os únicos modelos encontrados no levantamento são da empresa americana Falcon Waterfree, os quais estão apresentados na Tabela 4.7. A manutenção exigida pelo sistema é a substituição dentro de um período de utilização de um cartucho, parte integrante do sistema, que se trata de uma peça descartável. No mais, o funcionamento dos mictórios sem água ocorre de maneira normal sem utilizar água. Os mictórios sem água são altamente recomendados para a UFSC, pois garantem economia total do consumo de água, exigindo apenas, limpezas periódicas da louça cerâmica.

Tabela 4.7: Mictórios sem água

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
SEM CONSUMO DE ÁGUA	<p><b>F-1000 Vitreous China Urinal</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O cartucho que acompanha o produto elimina a necessidade do uso de água</li> <li>- Dispensam as eventuais manutenções e problemas com vandalismo com as válvulas de acionamento das descargas</li> <li>- Reduzem a produção de esgoto deixando os mictórios públicos mais higiênicos sem causar odores indesejados</li> </ul>	FALCON WATERFREE	<a href="http://www.falconwaterfree.com">www.falconwaterfree.com</a> (abril, 2006)
	<p><b>F-2000 Vitreous China Urinal</b></p> 			
	<p><b>F-4000 Vitreous China Urinal</b></p> 			

Tabela 4.7: Mictórios sem água (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
SEM CONSUMO DE ÁGUA	<p><b>F-5000 Vitreous China Urinal</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O cartucho que acompanha o produto elimina a necessidade do uso de água</li> <li>- Dispensam as eventuais manutenções e problemas com vandalismo com as válvulas de acionamento das descargas</li> <li>- Reduzem a produção de esgoto deixando os mictórios públicos mais higiênicos sem causar odores indesejados</li> </ul>	FALCON WATERFREE	<a href="http://www.falconwaterfree.com">www.falconwaterfree.com</a> (abril, 2006)

O mictório sem água escolhido para ser instalado na UFSC foi o modelo:

- FALCON WATERFREE: F-1000 Vitreous China Urinal

#### 4.3.3.4 Equipamentos antivandalismo para mictórios

Dentro do levantamento dos mictórios, foram encontrados dois equipamentos antivandalismo, os quais estão apresentados na Tabela 4.8. O primeiro, trata-se de um tubo de ligação, e o segundo de uma válvula. Os mesmos não atuam diretamente na proposta de redução no consumo de água na UFSC mas, são equipamentos altamente duráveis, resistentes as habituais depredações de ambientes públicos.

Tabela 4.8: Equipamentos antivandalismo de mictórios

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
TUBO DE LIGAÇÃO	<p><b>Tubo de Ligação para Mictório</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os componentes vitais para os produtos são totalmente embutidos, dificultando a depredação e o furto das peças</li> <li>- Para bitolas de 1/2 pol</li> </ul>	DOCOL	www.docol.com.br (novembro, 2005)
VÁLVULA	<p><b>Válvula de Mictório</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acionamento hidromecânico com leve pressão manual</li> <li>- Os componentes vitais são totalmente embutidos, dificultando a depredação e o furto das peças</li> <li>- Funciona em alta e baixa pressão</li> <li>- Para bitolas de 3/4 pol</li> </ul>		

#### 4.3.4 Vasos sanitários

O principal grupo de equipamentos economizadores apropriados para serem instalados na UFSC foram os vasos sanitários. Sendo assim, foi encontrada uma grande variedade de modelos deste tipo de produto, porém, todos contendo o mesmo princípio de conservação básico. Os vasos sanitários encontrados estão apresentados na Tabela 4.9, e os mesmos foram classificados em dois tipos: vasos sanitários convencionais e vasos sanitários com caixa acoplada.

Tabela 4.9: Vasos sanitários

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
CONVENCIONAIS	<p><b>Linha Aloha</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui sistema VDR (Volume de Descarga Reduzido). Utiliza apenas 6 litros de água por descarga</li> </ul>	CELITE	<a href="http://www.celite.com.br">www.celite.com.br</a> (abril, 2006)
	<p><b>Linha Azálea</b></p> 			
	<p><b>Linha Donna</b></p> 			

Tabela 4.9: Vasos sanitários (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
<b>CONVENCIONAIS</b>	<p><b>Linha Proa</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui sistema VDR (Volume de Descarga Reduzido). Utiliza apenas 6 litros de água por descarga</li> </ul>	<b>CELITE</b>	<a href="http://www.celite.com.br">www.celite.com.br</a> (abril, 2006)
	<p><b>Linha Calypso</b></p> 		<b>INCEPA</b>	Folder (abril, 2006)
	<p><b>Linha Bali</b></p> 			

Tabela 4.9: Vasos sanitários (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
<b>CONVENCIONAIS</b>	<p><b>Linha Ibiza</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui sistema VDR (Volume de Descarga Reduzido). Utiliza apenas 6 litros de água por descarga</li> </ul>	<b>INCEPA</b>	<b>Folder (abril, 2006)</b>
	<p><b>Linha Massima</b></p> 			
	<p><b>Convencional</b></p> 			

Tabela 4.9: Vasos sanitários (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
COM CAIXA ACOPLADA	<p><b>Linha Azálea</b></p> 	<p>- Possui sistema VDR (Volume de Descarga Reduzido). Utiliza apenas 6 litros de água por descarga</p>	CELITE	<p><a href="http://www.celite.com.br">www.celite.com.br</a> (abril, 2006)</p>
	<p><b>Linha Donna</b></p> 			

Tabela 4.9: Vasos sanitários (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
COM CAIXA ACOPLADA	<p><b>Linha Proa</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui sistema VDR (Volume de Descarga Reduzido). Utiliza apenas 6 litros de água por descarga</li> </ul>	CELITE	<a href="http://www.celite.com.br">www.celite.com.br</a> (abril, 2006)
	<p><b>Linha Versato</b></p> 			

Tabela 4.9: Vasos sanitários (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
COM CAIXA ACOPLADA	<p><b>Linha Calypso</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui sistema VDR (Volume de Descarga Reduzido). Utiliza apenas 6 litros de água por descarga</li> </ul>	INCEPA	Folder (abril, 2006)
	<p><b>Linha Eros</b></p> 			

Tabela 4.9: Vasos sanitários (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
COM CAIXA ACOPLADA	<p><b>Linha Massima</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui sistema VDR (Volume de Descarga Reduzido). Utiliza apenas 6 litros de água por descarga</li> </ul>	INCEPA	Folder (abril, 2006)
	<p><b>Linha Thema</b></p> 			

Tabela 4.9: Vasos sanitários (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
COM CAIXA ACOPLADA	<p data-bbox="323 535 584 566">Com caixa acoplada</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="644 763 1209 853">- Possui sistema VDR (Volume de Descarga Reduzido). Utiliza apenas 6 litros de água por descarga</li> </ul>	LOGASA	Folder (abril, 2006)

Os vasos sanitários encontrados no levantamento necessitam de apenas 6 litros de água para poder efetuar uma descarga de forma eficiente. Estes vasos sanitários possuem sistema VDR (Volume de Descarga Reduzido). Seguindo a nova tendência mundial em desenvolver produtos que utilizem racionalmente o consumo de água, os vasos sanitários VDR representam uma economia superior a 50% do consumo dos vasos sanitários convencionais.

Como não há diferença entre a forma de funcionamento e a economia de água dos vasos sanitários levantados, os mesmos podem ser selecionados ao critério do setor responsável pela compra de equipamentos sanitários para a UFSC. Entretanto, seguindo o mesmo princípio dos demais grupos, devem ser selecionados produtos dos três fabricantes pesquisados:

- CELITE: 1 modelo convencional e 1 modelo com caixa acoplada
- INCEPA: 1 modelo convencional e 1 modelo com caixa acoplada
- LOGASA: 1 modelo convencional e 1 modelo com caixa acoplada

A seguir serão apresentadas caixas de descarga para embutir no interior de paredes, também com sistema VDR. E adiante, dois exemplos de acabamentos de válvulas. A primeira, própria para deficientes físicos, idosos e crianças e o segundo modelo antivandalismo.

#### 4.3.4.1 Caixas de descarga para embutir

Além dos vasos sanitários convencionais e com caixa acoplada, foram encontrados dois novos tipos de caixas de descarga, as quais estão apresentadas na Tabela 4.10. O primeiro tipo trata-se de modelos de caixas de descarga para embutir no interior de paredes de acionamento frontal, já o segundo é um modelo de caixa de descarga para instalação no interior de bancada técnica de acionamento de topo, ambos com sistema VDR.

**Tabela 4.10: Caixas de descarga para embutir**

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
<b>PARA EMBUTIR NO INTERIOR DE PAREDES</b>	<p><b>Caixas de descarga de acionamento frontal, para embutir no interior de paredes de alvenaria convencional - modelo CLÁSSICA</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apenas 8,9 cm de espessura</li> <li>- Embutido em alvenaria de blocos cerâmicos ou de cimento, de 9 cm de espessura e com revestimento de argamassa e azulejos de, no mínimo, 1,5 cm de cada lado. Em paredes externas, sujeitas aos rigores das intempéries, a parede deve ser constituída por blocos ou tijolos de no mínimo 14 cm de largura</li> <li>- Permitem a instalação da bacia sanitária mais próxima à parede</li> <li>- Ganho de espaço em banheiros de pequenas dimensões</li> <li>- O mecanismo interno de enchimento e de descarga é totalmente desmontável e acessível através da janela de inspeção</li> <li>- Fácil manutenção e substituição de peças de desgaste</li> </ul>	<b>MONTANA</b>	<a href="http://www.montanahidrotecnica.com.br">www.montanahidrotecnica.com.br</a> (novembro, 2005)

Tabela 4.10: Caixas de descarga para embutir (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
<b>PARA EMBUTIR NO INTERIOR DE PAREDES</b>	<p><b>Caixas de descarga de embutir, de acionamento frontal, projetadas para serem embutidas em paredes construídas - modelos M9000 e M9000C</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apenas 8,9 cm de espessura</li> <li>- Embutido em alvenaria de blocos cerâmicos ou de cimento, de 9 cm de espessura e com revestimento de argamassa e azulejos de, no mínimo, 1,5 cm de cada lado. Em paredes externas, sujeitas aos rigores das intempéries, a parede deve ser constituída por blocos ou tijolos de no mínimo 14 cm de largura</li> <li>- Permitem a instalação da bacia sanitária mais próxima à parede</li> <li>- Ganho de espaço em banheiros de pequenas dimensões</li> <li>- O mecanismo interno de enchimento e de descarga é totalmente desmontável e acessível através da janela de inspeção</li> <li>- Fácil manutenção e substituição de peças de desgaste</li> </ul>	<b>MONTANA</b>	<a href="http://www.montanahidrotecnica.com.br">www.montanahidrotecnica.com.br</a> (novembro, 2005)

Tabela 4.10: Caixas de descarga para embutir (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
	<p><b>Caixa de descarga de embutir, de acionamento frontal, para uso no interior de paredes tipo "dry wall" - modelo M9000DW</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apenas 89 mm de espessura</li> <li>- Indicado para paredes "dry wall" estruturadas por um único montante de 90 mm, no caso de instalação com bacias sanitárias convencionais</li> <li>- Quando associadas a bacias de saída horizontal, deve-se usar paredes de dupla estrutura, compostas por montantes de 48 mm formando "shafts horizontais", para instalação da tubulação de esgoto no nível do piso</li> <li>- Fixação aos montantes da parede feita com travessas formadas por segmentos de elementos do sistema "dry wall" recortados e dobrados na obra, conforme as instruções que acompanham o produto</li> <li>- Equipadas com torneira bóia tipo P.F.C. (<i>Positive Flux Control</i>) de funcionamento silencioso e enchimento rápido</li> <li>- Pode ser alimentada por redes de água, tanto de baixa como de alta pressão (0,20 a 4,0 kgf/m<sup>2</sup>)</li> </ul> <p>Alimentação de água e feita por tubulação rígida rosqueável pela lateral direita da caixa Permite a instalação da bacia sanitária mais próxima da parede</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Significativo ganho de espaço nos banheiros de pequenas dimensões</li> <li>- O mecanismo interno de enchimento e de descarga é totalmente desmontável e acessível através da janela de inspeção</li> <li>- Fácil manutenção e substituição de peças de desgaste</li> </ul>	<b>MONTANA</b>	<a href="http://www.montanahidrotecnica.com.br">www.montanahidrotecnica.com.br</a> (novembro, 2005)

Tabela 4.10: Caixas de descarga para embutir (Continuação)

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
PARA EMBUTIR NO INTERIOR DE BANCADA TÉCNICA	<p><b>Caixas de descarga de embutir, de acionamento de topo e indicadas para o embutimento em "shaft horizontal" formado por bancada construída com elementos do sistema "dry wall" – modelo Montana TOP</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipadas com um quadros de fixação</li> <li>- Projetadas para serem fixadas à parede do banheiro, por meio de buchas e parafusos, no interior do "shaft horizontal" formado pela bancada técnica</li> <li>- Viabiliza a instalação da tubulação de esgoto no nível do piso</li> <li>- Seu comando de acionamento situa-se sobre a bancada, na posição horizontal de fácil acesso, tanto por adultos como, por crianças</li> <li>- Uma tecla "STOP" permite ao usuário antecipar a interrupção da descarga quando do uso da bacia apenas para eliminação de efluentes líquidos</li> <li>- Equipada com torneira-bóia tipo P.F.C. (<i>Positive Flux Control</i>) de funcionamento silencioso e enchimento rápido</li> <li>- Pode ser alimentada por redes de água tanto de baixa como de alta pressão (0,20 a 4,0 kgf/m<sup>2</sup>)</li> <li>- A ligação da torneira bóia com a tubulação de alimentação é feita através de um engate flexível de alta pressão de ½ " rosqueável</li> <li>- O mecanismo interno de enchimento e de descarga é totalmente desmontável e acessível através da janela de inspeção</li> </ul> <p>Fácil manutenção e substituição de peças de desgaste</p>	MONTANA	<p><a href="http://www.montanahidrotecnica.com.br">www.montanahidrotecnica.com.br</a> (novembro, 2005)</p>

As caixas de descarga de acionamento frontal apresentadas na Tabela 4.10 foram projetadas para serem instaladas no interior de paredes. Podem ser ajustadas para descarregar 9, 8, 7 ou 6 litros de água por acionamento, atendendo plenamente os quesitos das normas brasileiras.

Além de garantir o perfeito funcionamento dos vasos sanitários pela ação da energia hidrodinâmica proporcionada por sua descarga, as caixas de acionamento frontal, por serem embutidas, permitem a instalação do vaso sanitário mais próximo da parede com significativo ganho de espaço útil no banheiro.

Por estarem embutidas no interior de paredes e protegidas por uma tampa com fecho de segurança, estas caixas são menos vulneráveis que as caixas de descarga com caixa acoplada. As caixas de descarga para embutir no interior de paredes são recomendadas para serem instaladas na UFSC, pois, além de proporcionarem uma significativa redução de consumo devido ao seu sistema VDR, as mesmas estão protegidas contra ações de vandalismo freqüentes em edifícios públicos.

Já as caixas de descarga de acionamento de topo foram projetadas para serem instaladas no interior de bancadas técnica. As mesmas podem ser ajustadas para descarregar 9 ou 6 litros de água por acionamento, também atendendo plenamente os requisitos das normas brasileiras vigentes.

Ambas as caixas de descarga, tanto as caixas de acionamento frontal quanto as caixas de acionamento de topo, possuem todos os componentes internos desmontáveis a partir de uma janela de inspeção. A única parte visível dos produtos é o comando de acionamento.

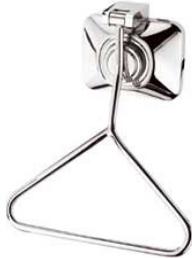
Os modelos de caixas de descargas selecionados para serem instalados na UFSC foram:

- MONTANA: Caixas de descarga para embutir, de acionamento frontal – modelo CLÁSSICA
- MONTANA: Caixas de descarga para embutir, de acionamento de topo – modelo Montana TOP

#### **4.3.4.2 Acabamento para as válvulas de descarga**

Em meio à pesquisa de vasos sanitários, dois novos equipamentos não ligados diretamente na redução do consumo de água e sim as necessidades dos edifícios universitários foram encontrados. O primeiro trata-se de um acabamento especial para válvulas de descarga, própria para portadores de deficiência motora, idosos e crianças. Já o segundo, é um acabamento antivandalismo para válvulas de descarga. Os dois produtos estão apresentados na Tabela 4.11.

Tabela 4.11: Acabamento para válvula de descarga

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
ALAVANCA	<p><b>Acabamento para válvula de descarga Benefit</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A alavanca facilita o acionamento do produto</li> <li>- Ideal para portadores de dificuldades motoras, idosos e crianças</li> <li>- O acabamento serve em qualquer válvula de descarga Docol</li> </ul>	DOCOL	www.docol.com.br (novembro, 2005)
ANTIVANDALISMO	<p><b>Acabamento para válvula de descarga antivandalismo</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primeira opção no mercado de acabamento para válvula de descarga apropriado para ambientes públicos.</li> <li>- Componentes totalmente embutidos, dificultando a depredação e o furto de peças.</li> </ul>		

### 4.3.5 Chuveiros

Há uma grande variedade de tipos e modelos de chuveiros no mercado com as mais diversas vazões. Entretanto, há intervenções passíveis de serem empregadas nos chuveiros para reduzir vazões excessivamente elevadas. As formas de redução de consumo nos chuveiros estão ligadas ao comando de acionamento dos mesmos. Sendo assim, foram pesquisados os tipos de comandos economizadores de água que seriam apropriados para a UFSC. Em meio a pesquisa, também foram encontradas opções antivandalismo de chuveiros e válvula de acionamento, os quais, em determinados ambientes, também são recomendados para as edificações universitárias.

#### 4.3.5.1 Comandos

Os modelos de comandos encontrados no levantamento dos chuveiros estão apresentados na Tabela 4.12. Foram encontrados dois tipos de comandos: com registro e com temporizador.

**Tabela 4.12: Comandos economizadores de água para chuveiros**

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
COM REGISTRO	<p><b>Termostato Decaterm</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantém constante a temperatura escolhida e o volume de água misturada é controlado pelo registro integrado ao aparelho, não interferindo na temperatura selecionada</li> <li>- Proporciona segurança total no banho, pois possui botão trava que impede a seleção involuntária de temperatura acima de 38° C e interrompe o fluxo de água quente caso falte água fria</li> <li>- A temperatura pré-selecionada é automática</li> </ul>	DECA	<a href="http://www.deca.com.br">www.deca.com.br</a> (novembro, 2005)
COM TEMPORIZADOR	<p><b>Pressmatic Chuveiro Elétrico</b></p>  <p>Possui registro para regular o volume de água</p> <p><b>OBS:</b> não utilizar em chuveiros com resistência blindada</p> <p><b>Pressmatic Chuveiro Água Fria ou Pré-Misturada</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O banho acontece em etapas de 30 segundos, pois este é o tempo de abertura para cada acionamento</li> <li>- Economia de água e também de energia elétrica</li> <li>- Para água fria ou pré-misturada</li> <li>- Uso em chuveiros elétricos e também para locais onde a água seja servida para mistura quente e fria</li> <li>- Acionamento hidromecânico com leve pressão manual</li> <li>- Para bitolas de 3/4 pol</li> </ul>	DOCOL	<a href="http://www.docol.com.br">www.docol.com.br</a> (novembro, 2005)

Os registros reguladores de vazão são responsáveis pela vazão dos chuveiros a níveis de conforto e economia conforme o tipo de chuveiro empregado, a pressão existente e os hábitos dos usuários. No levantamento foi encontrado um modelo de comando com registro regulador de vazão fabricado pela empresa Deca. O mesmo mantém constante a temperatura enquanto o volume de água é controlado.

Outra forma de redução do consumo de água em chuveiros é através da instalação de válvulas com temporizador, também chamadas válvulas de fechamento automático, que funcionam a partir do mesmo princípio das torneiras hidromecânicas. Estas válvulas são fechadas automaticamente após um tempo pré-determinado, característico da peça. A instalação dessas válvulas de fechamento automático, juntamente com os registros reguladores de vazão, propiciam os melhores resultados em nível de redução do consumo de água em chuveiros. Entretanto, a instalação de um comando com temporizador já é uma medida eficiente para redução do consumo de água. No levantamento, foram encontrados dois modelos de válvulas de fechamento automático, ambos fabricados pela Docol.

Foram selecionados 2 modelos de comandos de chuveiros para a instalação na UFSC:

- DECA: Termostato Decaterm
- DOCOL: Pressmatic Chuveiro Água Fria ou Pré-Misturada

#### **4.3.5.2 Equipamentos antivandalismo**

Conforme já foi apresentado para os outros grupos, também foram encontradas opções antivandalismo para chuveiros e válvulas de comando. Os mesmos estão apresentados na Tabela 4.13.

Tabela 4.13: Equipamentos antivandalismo de chuveiros

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
CHUVEIRO	<p><b>Chuveiro Antivandalismo</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recomendados para ambientes públicos, devido a sua grande resistência</li> <li>- Os componentes vitais para os produtos são totalmente embutidos, dificultando a depredação e o furto das peças</li> </ul>	DOCOL	<a href="http://www.docol.com.br">www.docol.com.br</a> (novembro, 2005)
VÁLVULA	<p><b>Válvula Pressmatic para Chuveiro</b></p>  <p>Alta Pressão - Bitola 3/4 pol.(17125306) Baixa Pressão - Bitola 3/4 pol.(17125206)</p>			
CHUVEIRO E VÁLVULA	<p><b>Válvula Pressmatic com Chuveiro</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acionamento hidromecânico com leve pressão manual</li> <li>- Os componentes vitais para os produtos são totalmente embutidos, dificultando a depredação e o furto das peças</li> <li>- Embutido/chumbado na parede, podendo suportar um peso de até 200 Kg</li> <li>- Alta e baixa pressão</li> <li>- Para bitolas de 3/4 pol</li> <li>- Para água fria ou pré-misturada</li> </ul>		

#### 4.3.6 Redutores de vazão

O último grupo pesquisado trata-se dos registros reguladores de vazão. Os mesmos estão apresentados na Tabela 4.14.

Tabela 4.14: Registros reguladores de vazão

Tipos	Produtos	Características principais	Fabricantes	Fontes
PARA CHUVEIROS	<p><b>Registro Regulador de Vazão para Chuveiro</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regulagem ideal da vazão de acordo com a pressão da água no local</li> <li>- Possibilita a regulagem da vazão de chuveiros, proporcionando economia de água sem perder o conforto</li> <li>- Instalação externa simples: entre a saída de água da parede e o aparelho</li> <li>- Facilita a manutenção, dispensando adaptações</li> <li>- Para bitolas de 1/2 pol</li> </ul>	DOCOL	www.docol.com.br (novembro, 2005)
PARA TORNEIRAS, MISTURADORES, BIDÊS E OUTROS APARELHOS	<p><b>Registro Regulador de Vazão Cromado</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substitui registros de gaveta para manutenção</li> <li>- Possibilita a regulagem da vazão de torneiras, misturadores, bidês e outros aparelhos, proporcionando economia de água</li> </ul>		
	<p><b>Registro Regulador de Vazão ABS</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalação externa simples: entre a saída de água da parede e o aparelho</li> <li>- Facilita a manutenção, dispensando adaptações</li> <li>- Equipado com peneira para retenção de detritos</li> <li>- Para bitolas de 1/2 pol</li> </ul>		

Os registros reguladores de vazão podem ser instalados em torneiras, misturadores, bidês e outros aparelhos. Estes registros possibilitam reduções muito significativas quando regulados adequadamente, e principalmente quando instalados com as torneiras de fechamento automático de funcionamento hidromecânico.

Os registros reguladores de vazão podem ser facilmente instalados nas torneiras existentes do campus universitário e acoplados junto aos novos equipamentos economizadores apropriados para serem instalados na UFSC. Na Tabela 4.14, o segundo

tipo de registros apresentado, além de facilitar as manutenções dispensando adaptações, os mesmos já vêm equipados com peneiras para retenção de detritos.

O único modelo de redutor de vazão selecionado para instalação na UFSC foi:

- DOCOL: Registro Regulador de Vazão ABS

### 4.3.7 Reduções médias

Por fim, a Tabela 4.15 elaborada pela ANA *et al.* (2005), apresenta as reduções médias possíveis quando alguns equipamentos economizadores de água substituem equipamentos hidro-sanitários convencionais. Nesta mesma Tabela, também é apresentado o retorno sobre o investimento aplicado a partir da instalação de cada aparelho. A letra “A” representa o retorno do investimento em até 2 meses. Já as letras “B” e “C”, representam o retorno de 2 a 5 meses, e de 5 a 9 meses, respectivamente.

**Tabela 4.15: Reduções médias de água através da instalação de alguns equipamentos economizadores**

Local	Vazões Usuais L/s		Aparelhos indicados	Redução % média para alta pressão	R/I
	Média	Máxima			
Banheiros e Vestiários	0,2	0,8	Registro regulador de vazão	40	A
			Válvula de fechamento automática	42	B
			Válvula acionamento com o pé	45	C
Lavatório	0,1	0,3	Registro regulador de vazão	40	A
			Arejador para bica ou torneira	24	B
			Torneira automática	48	A
			Torneira eletrônica	58	B
Mictório	0,1	0,25	Válvula mic. automática/eletrônica	50	B
Bacia	12 litros		Bacia VDR para 6 litros	50	A
Cozinha					
Pia	0,13	0,4	Arejador para bica ou torneira	24	A
			Torneira automática	48	B
			Válvula acionamento com o pé	52	B

**Tabela 4.15: Reduções médias de água através da instalação de alguns equipamentos economizadores (Continuação)**

Local	Vazões Usuais L/s		Aparelhos indicados	Redução % média para alta pressão	R/I
	Média	Máxima			
Lazer e Áreas Comuns					
Chuveiro Piscina	----	----	Torneira atuomática	48	A
			Válv. Acionamento com o pé	45	A
Playground, jardins, pátios	----	----	Torneira de acionamento restrito	----	----
Salão de festas e jogos	----	----	Torneiras, válvulas, mictórios Considerar mesmos valores apresentados	----	----

Segundo o estudo realizado pela ANA *et al.* (2005), dependendo dos usos finais de água, as economias proporcionadas pelos equipamentos economizadores superam a marca de 40%. Quando instalados simultaneamente dois ou mais equipamentos, a redução do consumo é ainda maior. Conforme a Tabela 4.15, a maior média de redução de consumo são advindas da instalação de torneiras automáticas nos banheiros e vestiários, alcançando uma média de 58% na redução do consumo. A segunda maior redução, com 52%, é a instalação de torneiras com acionamento com o pé na cozinha. Em terceiro lugar, também nos banheiros e vestiários, as válvulas para acionamento da descarga de mictório eletrônicas e o vaso sanitário VDR atingem uma média de 50% de redução no consumo. Conforme mostra a Tabela 4.15, geralmente o retorno do investimento da instalação de equipamentos economizadores gira em torno de apenas 2 meses ou então de 2 à 5 meses.

#### 4.4 Campanhas de conscientização

O estudo das campanhas de conscientização para a UFSC foi elaborado em duas etapas. A primeira trata-se de uma análise dos edifícios, usos, consumos e usuários. A segunda etapa, a partir de toda investigação realizada na primeira análise, foi elaborada uma proposta de como poderia ser realizada uma campanha de conscientização na UFSC.

#### 4.4.1 Análise

Para definir qual o meio mais prático e objetivo de se realizar uma campanha de conscientização de uso racional de água na UFSC, optou-se por um estudo preliminar das edificações universitárias e também pela identificação dos principais públicos consumidores e usos finais de água.

Assim sendo, foi verificado que cada centro e cada edificação da UFSC possui sua particularidade. As atividades desenvolvidas em cada curso, geralmente, são muito distintas. Outro fator que dificultou uma classificação mais rigorosa quanto à tipologia dos edifícios da UFSC foi o número e a forma das edificações. Devido a estes fatores, foi realizada apenas uma análise geral e representativa da maioria das edificações universitárias.

Os edifícios da UFSC, na sua maioria, são constituídos basicamente por várias salas de aula, banheiros, uma área administrativa, uma área restrita aos servidores e uma área restrita aos trabalhadores responsáveis pela limpeza.

Já na análise dos usos foi baseada na visitas às edificações analisando como se dá o uso das mesmas. Pôde-se verificar que são desempenhas atividades similares quanto ao uso de água na maioria dos edifícios universitários. É possível prever, que o maior consumo de água encontra-se nos banheiros. Alguns edifícios universitários possuem ambientes diferenciados, como laboratórios. No entanto, isto não implica em uma mudança de concepção quanto ao uso da maioria das edificações universitárias.

O principal público consumidor de água identificado destas edificações são os estudantes universitários. Através dos departamentos administrativos da UFSC, foi comprovado, conforme já se previa, que o número de estudantes universitários é expressivamente maior quando comparado com os números de professores, servidores e trabalhadores terceirizados.

A partir destas considerações gerais, foi verificado que os principais usos de água estão ligados aos banheiros, pois os mesmos são constantemente visitados pela maioria dos estudantes em grande parte dos dias. Entretanto, antes de definir como poderiam ser realizadas as campanhas de conscientização, foram identificadas primeiramente quais as atividades realizadas nos banheiros que poderiam possibilitar a redução do consumo de

água. Foram então selecionadas inicialmente, as seguintes atividades: uso dos lavatórios e as descargas dos mictórios e dos vasos sanitários. A princípio, os chuveiros não foram identificados como grande possibilidade de redução de consumo através de campanhas de conscientização, pois, os mesmos são encontrados em poucos banheiros nas edificações universitárias.

Os mictórios e os vasos sanitários também tiveram que ser desconsiderados como alvo de propostas de redução de consumo de água. Nestes equipamentos, a redução no consumo está diretamente relacionada com o dispositivo de acionamento das descargas. E algumas observações foram realizadas na análise do uso destes equipamentos. Muitas válvulas de descarga de mictórios não são utilizadas pelos seus usuários. Já a maioria das válvulas de descarga de vasos sanitários não possui formas de redução de consumo, exceto pelo tempo gasto no seu acionamento, pois, dejetos sólidos exigem um tempo de acionamento maior que os dejetos líquidos. Mesmo assim, seria impreciso determinar o tempo de acionamento das válvulas de descargas através de campanhas de conscientização para cada uso do vaso sanitário. Portanto, tanto os mictórios quanto os vasos sanitários, não serão alvos de propostas de redução de consumo nas campanhas de conscientização propostas para a UFSC.

Já os lavatórios foram identificados como os principais alvos das campanhas de conscientização que poderia ser realizada nos banheiros. E para propor maneiras práticas de se economizar água nos lavatórios, foram também identificadas quais atividades são realizadas nestes equipamentos. Através da visita e utilização de alguns lavatórios da UFSC foi observado que os lavatórios são geralmente utilizados para escovar os dentes e lavar mãos e rostos. Para tanto, recomenda-se tanto para lavar as mãos quanto para escovar os dentes, que as torneiras sejam abertas somente quando necessário. As torneiras devem ser abertas no início e no fim de cada atividade, e não permanecerem abertas durante todo o ato de escovar os dentes ou ensaboar as mãos. A partir deste princípio, determina-se a primeira maneira prática e simples de se economizar água na UFSC.

Também foi analisada a possibilidade de ampliar as campanhas de conscientização às atividades com uso de água ligadas a limpeza. Entretanto, nestas atividades, dificilmente poderiam ser empregadas diretrizes para redução do consumo sem afetar a eficiência das mesmas. O uso da água para limpeza nos edifícios universitários é muito particular. Além

de uma dificuldade inicial de se propor medidas economizadoras que atinjam a maioria dos funcionários, os quais executam seus trabalhos de maneira própria. Outras propostas poderiam se adequar melhor à redução de consumo de água nas atividades relacionadas com a limpeza, como o aproveitamento de água de chuva e instalação de equipamentos economizadores.

#### 4.4.2 Proposta

A partir de toda uma análise geral, foi concluído que as campanhas de conscientização poderiam ser realizadas nos próprios banheiros das edificações universitárias através de cartazes e adesivos, os quais devem ser colados próximos aos lavatórios, em cima de mictórios, em frente aos vasos sanitários e nas portas dos banheiros. Através do uso destes materiais de divulgação, os usuários podem ser alertados e lembrados das propostas de conservação de água no momento em que realizam as atividades com consumo de água. Desta forma, serão esperados melhores resultados de economia de água, não deixando espaço para o esquecimento nem distrações.

Tanto os cartazes como os adesivos devem ser cuidadosamente elaborados, com ilustrações representativas e mensagens curtas de fácil compreensão, pois não seria adequado utilizar mensagens longas que possam tornar estes meios de divulgação cansativos e desinteressantes. Tratando-se de banheiros, os quais geralmente são utilizados por pouquíssimo tempo, o conteúdo dos cartazes e adesivos deve ser objetivo.

O uso de panfletos não foi considerado nesta proposta como meio de divulgação. Geralmente, os banheiros não possuem espaços seguramente secos onde possam ser disponibilizados estes panfletos. Além do mais, os mesmos podem se tornar alvos de vandalismo.

Outra sugestão para a realização de uma campanha é a criação de um slogan ou um personagem. Estes elementos podem tornar as campanhas mais ilustrativas e chamativas. O apelo popular e o carisma são fundamentais para promoção de bons resultados. A conquista da atenção dos usuários pode realçar a proposta de economia de água, e principalmente, transformar o público consumidor em agentes disseminadores de medidas práticas de economia de água.

É importante que estes cartazes e adesivos possuam imagens ilustrativas. As imagens podem ser mais representativas do que frases impressas. Cores fortes e quentes, principalmente nos ambientes frios dos banheiros, podem atrair ainda mais a atenção dos usuários.

Em alguns pontos da UFSC, os cartazes e adesivos podem ser desnecessários. Alguns banheiros das edificações universitárias, como o Centro Sócio-Econômico, já possui em suas instalações torneiras hidromecânicas. Para estes casos, geralmente não há grandes desperdícios de água nos lavatórios. Devido a sua forma de funcionamento, as torneiras hidromecânicas geralmente são acionadas somente quando necessário.

Contudo, a campanha de conscientização não deve ficar restrita ao consumo de água nos lavatórios nem de qualquer outro equipamento sanitário que se deseja economizar água. As campanhas de conscientização também devem ser abrangentes quanto à mudança dos hábitos da sociedade de um modo geral.

#### 4.4.3 Frases

Através de toda uma análise que fundamentou a proposta de como poderia ser realizada uma campanha de conscientização de uso racional de água na UFSC foram elaboradas algumas frases como exemplo para serem colocadas em cartazes e adesivos, as quais foram:

- *“Economize na sua casa. Economize aqui também!”*
- *“Falta de água já é um problema sério. Não desperdice!”*
- *“Não jogue água fora. Economize!”*
- *“Lave as mãos, mas não desperdice!”*
- *“Vai escovar os dentes? Não deixe a torneira aberta! Economize!”*
- *“Sua região já enfrenta problemas de falta de água. Economize!”*

## 5 Conclusão

As propostas de uso racional de água elaboradas nesta pesquisa demonstraram-se muito interessantes para serem implantadas na UFSC. Foram elaboradas diferentes maneiras de redução do consumo de água potável, as quais são aplicáveis para a maioria das edificações universitárias. Não foram realizadas propostas utópicas, muito menos sugeridas medidas complexas de redução do consumo. As propostas de uso racional de água desta pesquisa são extremamente oportunas se forem devidamente implantadas na UFSC.

As propostas de uso racional de água na elaboradas nesta pesquisa são:

- Sistema de aproveitamento de água de chuva;
- Sistema de reúso de águas cinzas;
- Sistema integrado de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas;
- Instalação de equipamentos economizadores, e
- Realização de campanhas de conscientização.

Foram elaboradas diferentes alternativas de sistemas de aproveitamento de água de chuva, sistema de reúso de águas cinzas e sistemas integrados. Estas alternativas tentam encobrir as diferentes edificações da UFSC, no entanto, as mesmas só poderão ser implantadas se houver uma equipe para realizar manutenções rotineiras nos equipamentos destes sistemas.

Foram também, elaboradas alternativas de equipamentos que pudessem tornar os sistemas ainda mais simples. As alternativas propostas para estes sistemas se encaixam nas edificações futuras e naquelas onde estes sistemas não foram previstos.

Além da elaboração destes sistemas, foram levantados diferentes equipamentos economizadores de água apropriados para serem instalados na UFSC. Este levantamento demonstrou que existe uma grande variedade de equipamentos, com as mais diversas

peculiaridades, apropriados para serem instalados na UFSC. Muitos equipamentos, além de econômicos, possuem funções e dispositivos especiais que os tornam adequados para ambientes com exigências especiais, restrições ou funções específicas dentro da universidade.

A instalação de equipamentos economizadores é fundamental para se promover o uso racional de água no campus. Estes equipamentos estão intrinsecamente relacionados com os usos finais de água. Através da instalação de equipamentos economizadores, pode-se atingir resultados expressivos quanto à redução de consumo de água, sem afetar a qualidade ou a funcionalidade das atividades realizada pelos mesmos.

Por último, foi elaborada uma proposta de campanha de conscientização simples, objetiva e que não exige grandes investimentos financeiros, através da criação de cartazes e adesivos colados nos próprios banheiros. O objetivo inicial destas campanhas é atingir o principal público e os equipamentos consumidores de água dentro da UFSC. Diante da utilização de equipamentos hidráulicos convencionais, os resultados destas campanhas podem ser expressivos.

A princípio, pretende-se realizar a redução do consumo de água nas edificações onde não há a implantação de nenhuma medida de uso racional de água, como sistemas de aproveitamento de água de chuva, reúso de águas cinzas, equipamentos economizadores e campanhas de conscientização. As propostas de uso racional de água na UFSC demonstram-se muito eficientes para serem instaladas parcial ou integralmente nos edifícios universitários. A intenção desta pesquisa é que todas as propostas sejam implantadas adequadamente, pois as mesmas possuem grande importância para o uso racional de água na UFSC.

## 5.1 Limitações de pesquisa

Geralmente, as pesquisas de uso racional de água não tratam os equipamentos economizadores de água como alvo de propostas de conservação de água, e sim como medida complementar. Devido a esta dificuldade inicial, pouco se obteve sobre as características específicas de equipamentos economizadores e sobre fabricantes atualizados com a crise mundial de água.

Outra limitação sobre pesquisa via internet de equipamentos economizadores foi a dificuldade de obtenção de catálogos digitalizados. A solicitação de material de divulgação aos fabricantes, principalmente de tabelas de preços, esbarra em regras burocráticas e barreiras de acesso ao consumidor final.

Pouco se obteve também a respeito de novos equipamentos economizadores de água para ambientes públicos. Também não foram encontrados estudos científicos a respeito da eficiência dos mesmos. O material encontrado a respeito dos equipamentos economizadores foi retirado de seus fabricantes, os quais estão comprometidos com o marketing dos seus produtos. Sendo assim, é difícil de assegurar a qualidade dos mesmos, pois foi encontrado pouquíssimo material bibliográfico tratando tal conteúdo com imparcialidade.

Entretanto, as maiores limitações sentidas na realização desta pesquisa estão vinculadas às metodologias para formulação de campanhas de conscientização de uso racional de água. Foram encontradas pouquíssimas bibliografias sobre a elaboração de campanhas de uso racional de água, principalmente sobre as diretrizes e aos estudos de caso. Quando encontradas, as mesmas não tratam com clareza como foram definidas as campanhas de conscientização e como estas propostas foram baseadas.

## 5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Para a realização de trabalhos relacionados com o uso racional de água, os estudos dos usos finais, especialmente em ambientes públicos, são essenciais para o bom encaminhamento da pesquisa. Através dos mesmos poderá se tornar mais clara a identificação das deficiências e a formulação de propostas para equacionamento de problemas encontrados.

A detecção de vazamentos em edifícios públicos também é um tema muito interessante para trabalhos relacionados com o uso racional de água. A identificação e correção de vazamentos podem ser medidas muito eficientes para a redução do desperdício de água.

Sendo assim, segue algumas sugestões quanto a trabalhos futuros:

- Usos finais de água;

- Levantamento de equipamentos economizadores de água;
- Metodologia para formulação de campanhas de conscientização;
- Detecção de vazamentos.

## 6 **B**ibliografia

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <[www.abes-dn.org.br](http://www.abes-dn.org.br)>. Acessado em: fevereiro de 2006.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais**. Rio de Janeiro (1989).

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5674: Manutenção de edificações - Procedimento**. Rio de Janeiro. 1999. 6 p.

AGUAWEBSITE. Disponível em: <<http://www.aguawebsite.hpg.com.br>>. Acessado em: maio de 2003.

AMBIENTE BRASIL - **Chuva Ácida, 2005**. Disponível em: <[www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./urbano/index.html&conteudo=./natural/chuvaacida.html](http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./urbano/index.html&conteudo=./natural/chuvaacida.html)>. Acessado em: maio de 2005.

ANA, Agência Nacional das Águas; SAS/ANA, Superintendência de Conservação de Água e Solo; FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; DMA, Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; SindusCon-SP, Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo; COMASP, Comitê de Meio Ambiente do SindusCon-SP - **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo, junho de 2005. Prol Editora Gráfica.

ANDRÉ, P.T.A.; PELIN, E. R. - **Elementos de Análise Econômica Relativos ao Consumo Predial**. São Paulo: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 1998. (DTA – Documento Técnico de Apoio nº B1).

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Recursos Hídricos: Conceitos, Desafios e Capacitação**. Brasília-DF, 1999.

ARAÚJO, G. M. - **Recursos Hídricos Mundiais**. Fortaleza, DNOCS, 1988.

ASANO, T.; LEVINE, A. D. - "*Wastewater Reclamation, Recycling and Reuse: Past, Present and Future*". *Water Science and Technology*, Vol. 33, No 10-11, 1996.

BATISTA, J. O.; GHISI, E. - **Potencial de Economia de Água Tratada Através do Aproveitamento de Águas Pluviais no Semi-árido Alagoano** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

BEVILACQUA, M.; BRAGLIA, M. - *Teh Analytic Hierarchy Process Applied to Maintenace Strategy Selection*. 2000. Disponível em: <<http://www.elsevier.com>>. Acessado em: 28 de julho de 2001.

BEVTECH – Beverage Technologies. Disponível em: <[www.bevtech.com.br/infotec/trat\\_agua](http://www.bevtech.com.br/infotec/trat_agua)>. Acessado em: março de 2006.

BRESSAN, D. L.; MARTINI, M. - **Avaliação do Potencial de Economia de Água Tratada no Setor Residencial da Região Sudeste Através do Aproveitamento de Água Pluvial**. [Trabalho de Conclusão de Curso] Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

CELITE. Disponível em: [www.celite.com.br](http://www.celite.com.br). Acessado em: novembro de 2005.

CHENG, CHENG-LI. - *Rainwater Use System in Building Design*. In: CIB-W62 SEMINAR, 2000. Proceedings. Rio de Janeiro, Brazil, 2000, 13p.

COOMBES, P. J.; ARGUE JR.; KUCZERA, G. - *Figtree Place: A Case Study in Water Sensitive Urban Development (WSUD)*. Urban Water 1999;1(4): 335-343.

CONTADOR, C. R. - **Projetos Sociais: Avaliação e Prática**. 4. ed. ampl. Ed. São Paulo: Atlas, 2000. 375p.

COSTA, H. S. - **Pequenas Obras, Grandes Soluções**. Disponível em: <<http://www.aondevamos.eng.br>>. Acesso em outubro de 2004.

CROOK, J. - **Critérios de Qualidade da Água para Reúso**. Rev. DAE – SABESP, 1993, 53(174): 10-15.

CROOK, J. et. al. - *Water Reuse*. Project 92 - WRE-1. Water Environment Research Foundation. 1994.

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

DERRIEN, F.; GOUVELLO, B. - *Collecting and Reusing Rainwater in Apartment Buildings in France: Importance of in Situ Experiences and Their Lessons*. In: Water Supply and Drainage for Buildings – Proceedings of 29th International Symposium. Ankara, Turquia, 2003, 81 – 93 p.

DOCOL. Disponível em: <[www.docol.com.br](http://www.docol.com.br)>. Acessado em: novembro de 2005.

FALCON WATERFREE. Disponível em: <[www.falconwaterfree.com](http://www.falconwaterfree.com)>. Acessado em: abril de 2006.

FELDMANN, F. - **Guia da Ecologia, para Entender e Viver Melhor a Relação Homem-Natureza**. Guia da ecologia. São Paulo: Abril, 1992. 319p.

FELIZATTO, M. R. - II-081 – ETE CAGIF: **Projeto Integrado de Tratamento Avançado e Reúso Direto de Águas Residuárias**. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental, 2001.

FEWKES, A. - *The Use of Rainwater for WC Flushing: The Field Testing of a Collection System*. Building and Environment 1999;34(6): 765-772.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. S. - **Avaliação do Potencial de Reuso de Águas Cinzas em Edificações** - I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo. Julho. 2004. 9 p.

FIORI, S.; FERNANDES, V. C.; PIZZO, H. - **Reuso de Águas em Edificações Visando a Sustentabilidade Hídrica** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

FORUSI. Disponível em: <[www.forusi.com.br](http://www.forusi.com.br)>. Acessado em: novembro de 2005.

GELT, J. - *Home Use of Graywater, Rainwater Conserves Water - and May Save Money*. Arizona Water Resources Research Center, College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona. 2003. Disponível em <<http://www.ag.arizona.edu/AZWATER/arroyo/071rain.html>>. Acessado em: agosto de 2003.

GHISI, E. - *Potential for Potable Water Savings by Using Rainwater in the Residential Sector of Brazil*. Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2005.

GOULD, JONH; NISSEN-PETERSEN; ERIK. - *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply: Design, Construction and Implementation*. Londres, ITDG Publishing 1999, 335p.

GROUP RAINDROPS - **Aproveitamento da Água da Chuva**. Organic Trading Editora. Curitiba, 2002.

GUZZO, F. J. M.; GORZA, L. S.; FERNANDES, R. S.; SOUSA, V. J.; PELISSARI, V. B. - **Programa de Conscientização da Sociedade Voltado a Importância do Uso Racional da Água – Região Metropolitana de Vitória – ES**. - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

HERNANDES, A. T.; SIQUEIRA, M. A. C.; AMORIM, S. V. - **Análise de Custo da Implantação de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial para uma Residência Unifamiliar na Cidade de Ribeirão Preto** - I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18-21 de julho de 2004, São Paulo.

HERNANDES, A. T.; AMORIM, S. V. - **Reservatórios Permeáveis para Detenção de Água Pluvial** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

HERRMANN T, SCHMIDA U. - *Rainwater Utilisation in Germany: Efficiency, Dimensioning, Hydraulic and Environmental Aspects*. - Urban Water 1999;1(4): 307-316.

HESPANHOL, Ivanildo. - Revista água on line nº 09 de 31/05/2000.

HESPANHOL, I. - **Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos**. Recursos Hídricos: APRH, Portugal, v. 23, n.2, p.43-65, nov. 2002.

HRUDEY, S. E. e HRUDEY, E. J. - *Health Effects Associated with Wastewater Treatment, Disposal, end Reuse*. Journal Water Pollution Control Federal – JWPFA, June 1989, vol. 61, pp. 849-854.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: agosto de 2005.

INSTITUTO BRASIL PNUMA – Comitê Brasileiro do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Disponível em: <[www.brasilpnuma.org.br](http://www.brasilpnuma.org.br)> Ago/set/2000. Acessado em: agosto 2003.

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, Florianópolis, 2004.

LAVRADOR Filho, J. - **Contribuição para o Entendimento do Reuso Planejado da Água e Algumas Considerações sobre suas Possibilidades no Brasil.** São Paulo; 1987. [Dissertação de Mestrado - Escola politécnica - USP].

LIEBMANN, H. e MEURE, F. - **"Terra. Um Planeta Inabitável? - Da Antiguidade até os nossos Dias, Toda a Trajetória Poluidora da Humanidade"**. Biblioteca do Exército Editora, Rio de Janeiro - RJ, Brasil, 1979.

LIMA, L. C.; ILHA, M. S. O.; SANTOS, A. P. R.; VERÍSSIMO, K. S. - **Avaliação do Comportamento dos Usuários em Relação ao Uso de Água em Hospitais: Estudo de Caso - Hospital das Clínicas da UNICAMP** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

LISBOA, H. DE MELO; COSTA, R. H. R. e WALTORTT, L. M. B. - **Análise da Qualidade das Águas de Chuva no Campus Universitário da UFSC no Período de Maio de 1991 a Janeiro de 1992.** Florianópolis, UFSC, 1992.

MAESTRI, R. S. - **Análise Custo-Benefício para o Aproveitamento da Água da Chuva em Florianópolis**. [Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental: UFSC] Florianópolis, 2003.

MARINOSKI, D. L.; GHISI, E; GOMEZ, L. A. - **Aproveitamento de Água Pluvial e Dimensionamento de Reservatório para Fins Não Potáveis: Estudos de Caso em um Conjunto Residencial Localizado em Florianópolis-SC** - I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2004.

MARTINSON, D. B.; THOMAS, T. - *Better, Faster, Cheaper; Research into Roofwater Harvesting for Water Supply in Low-Income Countries?* Austin, Texas: ARCSA, August 2003. Disponível em: <[www.warwick.ac.uk/ircsa/10th.html](http://www.warwick.ac.uk/ircsa/10th.html)>. Acessado em: 23 agosto de 2004.

MAY, S., PRADO, R.T.A. - **Estudo da Qualidade da Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações** - CLACS04 - I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC04 – 10o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo-SP, CD Rom, 2004.

METAIS ORIENTE. Disponível em: <[www.duotone.com.br/metaisoriente](http://www.duotone.com.br/metaisoriente)>. Acessado em: novembro de 2005.

MIELI, J. C. de A. - **Reúso de Água Domiciliar**. Dissertação de Mestrado. Curso de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2001.

METCALF & EDDY. - *"Wastewater Engineering - Treatment, Disposal e Reuse"*. 3a Edição. Editora McGraw- Hill Inc, 1991.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - Secretaria de Recursos Hídricos. Recursos Hídricos no Brasil. Abril de 1998.

MONTANA HIDROTÉCNICA. Disponível em: <[www.montanahidrotécnica.com.br](http://www.montanahidrotécnica.com.br)>. Acessado em: novembro de 2005.

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, Florianópolis, 2004.

NETTO, J. M. A. - **Aproveitamento de Águas de Chuva para Abastecimento**. BIO, Rio de Janeiro, v.3, n.2, p.44-48, 1991.

NETUNO - Programa para Cálculo do Potencial de Economia de Água Tratada Utilizando Água de Chuva. Desenvolvido pelo Professor Enedir Ghisi. Laboratório de Eficiência Energética – LabEEE. UFSC, 2004.

NUNES, S.; ILHA, M. S. O. - **Aspectos Qualitativos Relacionados aos Sistemas de Reuso de Água em Edifícios** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

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

OLIVEIRA, Y. V. - **Uso do Balanço Hídrico Seriado para o Dimensionamento de Estrutura de Armazenamento de Água das Chuvas: Estudos de Casos**. [Dissertação de Mestrado] Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. UFSC. Florianópolis, 2004.

OMS - *“Aprovechamiento de Efluentes: Métodos y Medidas de Protección Sanitaria en el Tratamiento de Aguas Servidas - Informe de una Reunión de Expertos de la OMS”*. Organización Mundial de La Salud - Série de Informes Tecnicos No 517, Ginebra, Suiza, 1973.

ONU – Organização das Nações Unidas. Disponível em: <[www.onubrasil.org.br](http://www.onubrasil.org.br)>. Acessado em: outubro de 2004.

PAULA, H.; OLIVEIRA, L. H. - **Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva na Cidade de Goiânia: Avaliação da Qualidade da Água em Função do Tempo de Detenção no Reservatório** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia- GO.

PLANETA ÁGUA. Disponível em: <[www.planetaagua.com.br](http://www.planetaagua.com.br)>. Acessado em: outubro de 2004.

PEDROSO, Luciana. P. - **Subsídios para a Implementação de Sistema de Manutenção em Campus Universitário, com Ênfase em Conservação de Água**. 2002. 168 f. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil] Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PERIAGO, E. López; DELGADO, A. Núñez; DÍAZ-FIERROS F. - *Attenuation of Groundwater Contamination Caused by Cattle Slurry: A Plot-Scale Experimental Study*. Coruña, Espanha. Bioresource Technology, Elsevier Science Ltd., n.84, p.105-111, 2002.

REIS, A. R. P.; OLIVEIRA, L. H.; SALES, M. M. - **Os Poços de Infiltração de Água Pluvial em Áreas Edificadas como Alternativa Complementar dos Sistemas de Drenagem Urbana** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

ROCHA LIMA JR. - **Análise de Investimentos: Princípios e Técnicas para Empreendimentos do Setor da Construção Civil**. São Paulo: EPUSP, 1993. 50p. (Texto técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/06).

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

SANCHES, R.; SANTANA, M. - **Reúso de Água Industrial**. NUTAU – Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2002.

SANTANA, M. V. - **Análise de Consumo de Água: Condomínio Residencial em Florianópolis**. [Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil] Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SANTOS, Daniel. C. - **Os Sistemas Prediais e a Promoção da Sustentabilidade Ambiental**. UFPR, Curitiba, PR, 2002.

SETTI, M. C. B. C. - **Reúso de Água - Condições de Contorno**. São Paulo; 1995. [Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica - USP].

SCHERER, F. A. - **Uso Racional de Água em Escolas Públicas: Diretrizes para Secretarias de Educação**. 2003. 256p. [Dissertação de mestrado] Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (POLI-USP). São Paulo.

SCHISTEK, H. - **Sistemas de Captação de Água - I Simpósio de captação de água de chuva no semi-árido, Juazeiro-Bahia**. Disponível em: <[www.aguadechuva.hpg.ig.br](http://www.aguadechuva.hpg.ig.br)>. Acessado em: outubro de 2002.

SCHMIDT, W.; GONÇALVES, O. M. - **Diretrizes para a Especificação de Mictórios sem Água em Instalações Prediais Hidráulicas** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

SHIKLOMANOV, I. A. - **World Water Resources**. A New Appraisal and Assessment for the 21st Century. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris, 1998. Disponível em: <[www.unesdoc.unesco.org/images/0011/001126/112671eo.pdf](http://www.unesdoc.unesco.org/images/0011/001126/112671eo.pdf)>. Acessado em: 21 de setembro 2001.

SICKERMANN, J.M. - **Gerenciamento das Águas de Chuva: Imprescindível para o Futuro das Grandes Cidades**. Disponível em: <[www.ecoviagem.com.br](http://www.ecoviagem.com.br)>. Acessado em: outubro de 2004.

SILVA, M. C. C. da; MARTINS, J. R. S. - **Reúso de Águas Servidas: Sistemas de Abastecimento de Água em Condomínios Residenciais Verticais e Horizontais**. Disponível em: <[www.usp.br/cirra/arquivos/reuso\\_resumo.pdf](http://www.usp.br/cirra/arquivos/reuso_resumo.pdf)>. Acessado em: 25/11/2003.

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

SNIS (2002) – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2002. Disponível em: <[www.snis.gov.br/diag\\_2001.htm](http://www.snis.gov.br/diag_2001.htm)>. Acessado em: agosto de 2003.

SOARES, D. A. F.; SOARES, P. F.; GONÇALVES, O. M. - **Reuso de Águas Residuárias em Edifícios** - ENTECA-2001: II Encontro Tecnológico de Engenharia Civil e Arquitetura de Maringá-PR, 10 a 14 de setembro de 2001.

SOECO/MG - **Gerenciamento Sustentável da Água da Chuva, 2003**. Disponível em: <soecomg.hpg.ig.com.br/agua8.htm>. Acessado em: 26 de setembro de 2004.

SOUZA, M. A. A. – **“Reúso de Água”**. Programa de Educação Continuada em Tecnologia Apropriada e Saneamento para Professores Universitários. Original Reprográfico. CEPIS - Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. OPS - Organização Pan-Americana de Saúde, 1997.

TAMAKI, H. O.; SILVA, G. S.; TONETTI, F. R.; GONÇALVES, O. M. - **Implementação de Leitura Remota de Hidrômetros em Campi Universitários no Contexto de Programas de Uso Racional da Água - Estudo de Caso: Universidade de São Paulo** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

TÉCHNE, Revista. **Retenção de Águas Pluviais**. Edição 95, ano 13 fevereiro 2005.p 31-33.

TOMAZ, P. - **Conservação da Água**. São Paulo 1998. Ed. Digihouse, 176 p.

TOMAZ, P. - **Economia de Água**. São Paulo 2001. Ed. Navegar.

TOMAZ, P. - **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. São Paulo, 2003. Ed. Navegar.

TORRES, R. J. A.; OLIVEIRA, S. D. - **Água: Como Reduzir, Reutilizar e Reciclar sem Sair de Casa**. Florianópolis, 2002.

TIETÊ. Disponível em: <www.riotiete.com.br>. Acessado em: setembro de 2004.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. - **Gestão da Água no Brasil**. UNESCO, Brasil, 2001.

TUNDISI, J. G. - **O Futuro dos Recursos - 1.** Disponível em: <[www.multiciencia.unicamp.br](http://www.multiciencia.unicamp.br)>. Acessado em: outubro de 2004.

UNESCO - **Educação para um Futuro Sustentável: Uma Visão Transdisciplinar para Ações Compartilhadas.** Brasília, D. F.: IBAMA, 1999.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME DIVISION OF TECHNOLOGY, INDUSTRY, AND ECONOMICS INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE. Newsletter and Technical Publications. ***Rainwater Harvesting and Utilisation.*** An Environmentally Sound Approach for Sustainable. Urban Water Management: An Introductory Guide for Decision-Makers. 2002. Disponível em: <[www.unep.or.jp/ietc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/index.asp](http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Urban/UrbanEnv-2/index.asp)>.

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

VICKERS, A. - ***Handbook of Water Use and Conservation.*** Massachusetts: WaterFlow Press, 2001. 446p.

VIDAL, R. T. - ***Água Pluvial - Água Saudável*** - Publicación del Proyecto de Apoyo a la Reforma del Setor Saúde de Guatemala “APRESAL” Coemisión Europea. Impreso em Meios Comunicação. Abril 2000 – Republica de Guatemala, 2002.

WIKIPEDIA. Disponível em: <[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>. Acessado em: novembro de 2005.

WORLD RESOURCES INSTITUTE – Disponível em: <[www.worldwatch.org](http://www.worldwatch.org)>. Acessado em: setembro de 2004.

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

YWASHIMA, L.A.; ILHA, M. S. O.; AMORIM, S. V.; GONÇALVES, O.M. - **Avaliação do Potencial de Economia de Água a Partir da Instalação de Tecnologias Economizadores nos Pontos de Consumo: Estudo de Caso das Unidades Públicas de Ensino Fundamental da Cidade de Campinas** - CD ROM dos Anais do IX Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 18 e 19 de maio de 2005, Goiânia-GO.

ZAIZEN, M.; URAKAWA, T.; MATSUMOTO, Y.; TAKAI, H. - *The Collection of Rainwater from Dome Stadiums in Japan*. Urban Water, 1999, p. 355-359. Disponível em <[www.periodicos.capes.com.br](http://www.periodicos.capes.com.br)>. Acessado em: 16/09/02.