

# Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC

*Water end-uses in public buildings located in Florianópolis-SC*

Pauline Cristiane Kammers  
Enedir Ghisi

## Resumo

**E**ste artigo apresenta os usos finais de água estimados para dez edifícios do setor público localizados em Florianópolis, SC. Primeiramente, fez-se a estimativa dos consumos específicos de água em cada dispositivo sanitário do edifício, medindo-se a vazão deles e realizando-se entrevistas com os usuários, que relataram seus hábitos em relação ao uso da água nos edifícios. Com base nestes dados foi possível estimar o consumo total de água e compará-lo ao consumo fornecido pela concessionária, obtendo-se os usos finais de água. Para corrigir eventuais distorções ocorridas no consumo estimado, fez-se uma análise de sensibilidade sobre os dados obtidos nas entrevistas e também se verificou a presença de vazamentos nos edifícios. Nos dez edifícios estudados, percebeu-se predominância de maior consumo de água em vasos sanitários e mictórios, variando a soma dos consumos para esses dispositivos entre 44,3% e 84,3%, com média de 72,1%. Esses dados indicam a possibilidade de utilização de água pluvial ou de reuso de águas cinzas nos edifícios, pois os pontos de maior consumo de água (vaso sanitário e mictório) não necessitam, obrigatoriamente, de água potável.

**Palavras-chave:** uso final de água, consumo de água, edifícios públicos.

## Abstract

*This paper presents the estimated water end-uses for ten government buildings located in Florianópolis, state of Santa Catarina. First, the specific water consumption for each appliance was estimated by measuring the water flow rate for each appliance and interviewing users about their habits on water use. Based on such data it was possible to estimate the total water consumption for each building; by comparing these with the water consumption measured by the water service board it was possible to determine the water end-uses for each building. In order to make up for discrepancies on the estimated water consumption, a sensitivity analysis was performed on the data obtained from the interviews; leakages were also searched for. In ten buildings that have been studied, toilets and urinals showed the highest end-uses; both toilet and urinal end-uses together ranged from 44.3% to 84.3%, being 72.1% on average. These results indicate that there is a possibility of using rainwater and reusing greywater in buildings, since major water consumers (toilets and urinals) do not need potable water for their operation.*

**Keywords:** water end-uses, water consumption, government buildings.

Pauline Cristiane Kammers  
Laboratório de Eficiência Energética  
em Edificações  
Universidade Federal de Santa  
Catarina  
Campus Trindade  
Caixa Postal 476  
Florianópolis - SC - Brasil  
CEP 88040-900  
Tel.: (48) 3331 5184  
E-mail:  
paulinekammers@yahoo.com.br

Enedir Ghisi  
Laboratório de Eficiência Energética  
em Edificações  
Universidade Federal de Santa  
Catarina  
E-mail: enedir@labeee.ufsc.br

Recebido em 28/02/05  
Aceito em 23/11/05

## Introdução

A população brasileira aumentou em aproximadamente duas vezes nos últimos 34 anos, passando de 93 milhões de pessoas em 1970 para 179 milhões em 2004 (IBGE, 2004). Esse crescente aumento tornou as reservas hídricas, além de escassas, mal distribuídas. No Brasil, as maiores regiões (em território) e com maior quantidade de reservas hídricas são pouco habitadas. A Figura 1, baseada em dados disponíveis em IBGE (2004) e ANA (2004), mostra a distribuição dos recursos hídricos por região brasileira, considerando a população de 2002. Pode-se verificar que 69% da água do país encontra-se na Região Norte, onde reside somente 8% da população nacional. O contrário ocorre na Região Sudeste, onde reside 43% da população do país e os recursos hídricos representam somente 6% do total.

Segundo Ghisi (2004), considerando a taxa de crescimento populacional observada entre 1991 e 2000, as reservas hídricas no Brasil diminuirão drasticamente nos próximos 100 anos (Figura 2). As Regiões Nordeste e Sudeste serão as mais afetadas, com recursos hídricos abaixo de 1.000 m<sup>3</sup> *per capita* por ano em 2100, o que é considerado catastróficamente baixo pelo United Nations

Environment Programme (UNEP, 2002). Na Região Sul, a partir de 2075, a disponibilidade hídrica será inferior a 5.000 m<sup>3</sup> *per capita* por ano, nível considerado baixo pelo Unep.

Como forma de amenizar problemas desse tipo, que não acontecem apenas no Brasil, diversos estudos têm sido realizados sobre conservação de água potável através, por exemplo, do aproveitamento de água pluvial em diferentes tipos de edificações, tais como hotéis na China (DENG, 2003), escolas em Taiwan (CHENG; HONG, 2004; CHENG, 2003), casas e edifícios residenciais na Alemanha (HERRMANN; SCHMIDA, 1999), casas na Austrália (COOMBES et al., 1999), casas no Reino Unido (FEWKES et al., 1999), edifícios residenciais em Florianópolis (MARINOSKI et al., 2004), postos de gasolina em Concórdia e Florianópolis (SIMIONI et al., 2004), entre outros. Diversos estudos de caso também vêm sendo realizados no Brasil para promover a redução do consumo de água potável através da substituição de dispositivos sanitários por outros mais eficientes (SABESP, 2003); e também através da detecção de vazamentos (OLIVEIRA, 2002).

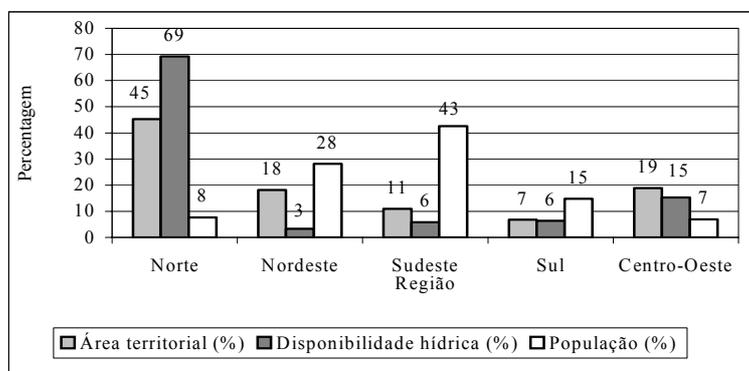


Figura 1 - Área territorial, distribuição hídrica e população por região no Brasil

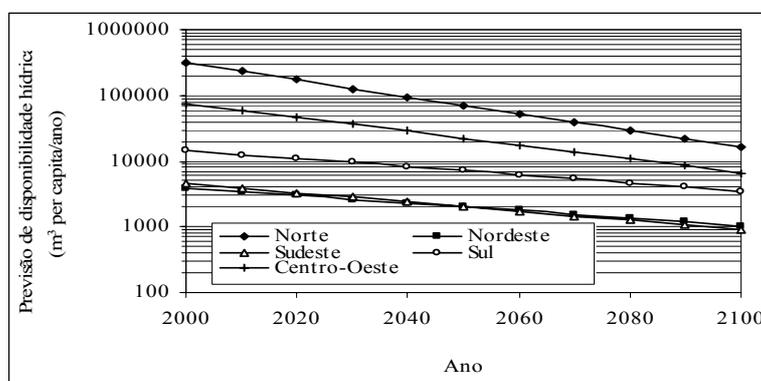


Figura 2 - Redução dos recursos hídricos prevista por região brasileira (GHISI, 2004)

Independentemente das estratégias adotadas para se reduzir o consumo de água potável, o conhecimento dos usos finais de água na edificação é essencial para que se possam adotar estratégias adequadas de redução do consumo de água.

O estudo de usos finais de água em edificações torna possível determinar os locais e funções que empregam a maior quantidade de água. Governos de diversos países, enquadrados em programas de economia de água, já realizaram estudos de consumos por tipo de equipamento em atividades diárias domésticas. Dados levantados em quatro países (Estados Unidos, Suíça, Colômbia e Reino Unido) apontam o vaso sanitário como a principal fonte de consumo de água no meio doméstico, variando de 25% a 40% do consumo total, seguido de chuveiros, com usos finais variando de 17% a 37% (SABESP, 2003).

O Brasil apresenta um caso de levantamento de uso final de água, realizado em um apartamento situado na Universidade de São Paulo (USP). O estudo, realizado pela Deca, indústria brasileira do mercado de metais sanitários, em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) e a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), também mostrou o vaso sanitário e o chuveiro como os maiores consumidores de água, com cerca de 29% e 28% do consumo, respectivamente (SABESP, 2003). Além do edifício da USP, não se encontrou na literatura nenhum outro caso de levantamento de usos finais de água no Brasil, seja no setor residencial, comercial ou público.

Este artigo tem por objetivo principal apresentar os usos finais de água estimados para dez edifícios do setor público localizados na cidade de Florianópolis, SC, bem como apresentar a metodologia utilizada.

## Metodologia

A pesquisa foi realizada mediante um levantamento de dados de consumo dos dez edifícios junto à concessionária de água em Florianópolis e uma série de levantamentos com entrevistas e quantificações de campo, de forma a se estimar o consumo de água para cada dispositivo sanitário. Buscou-se também detectar possíveis vazamentos que estivessem ocasionando desperdícios de água.

### Levantamento do consumo real

O consumo mensal de água dos edifícios foi solicitado à Companhia de Abastecimento de Água de Santa Catarina (Casan), que forneceu dados

para o período de novembro de 2000 a outubro de 2003.

### Levantamentos de campo

Para estimar o consumo de água por usos finais em cada edifício, foi necessário levantar as características dos dispositivos utilizados e a frequência com que eles são utilizados. Sendo assim, os levantamentos foram realizados em duas etapas: levantamento dos dispositivos e entrevista com os usuários. Os levantamentos foram realizados de janeiro a março de 2004, exceto no Tribunal de Justiça, onde foram realizados em outubro de 2003, e no Badesc, em junho de 2004.

### Levantamento dos dispositivos

Esse levantamento teve como objetivo caracterizar todos os dispositivos, obtendo marca, modelo, vazão, tipos e quantidades de dispositivos. Para levantar as vazões de torneiras, chuveiros e duchas utilizou-se um recipiente de volume conhecido (1/2 litro) e foi medido o tempo em que ele levava para encher. Esse processo foi feito para todos os dispositivos com características diferentes. No caso de existir semelhanças na marca e modelo, mediu-se a vazão de uma unidade, considerando-a para os demais. Para determinar uma única vazão para torneiras, chuveiros e duchas, fez-se uma média ponderada das vazões encontradas para cada dispositivo. Ao medir as vazões, procurou-se abrir os dispositivos da mesma maneira, ou seja, com a mesma abertura (adotado como padrão meia volta), para evitar erros.

Nos vasos sanitários com caixa acoplada ou alta, a vazão foi determinada levantando-se a capacidade de armazenamento de água das caixas. Conforme pesquisa realizada por Barreto et al. (1998), em vasos sanitários com válvula de descarga, utilizou-se o produto da vazão média de 1,24 l/s pela duração de uso de 6,15 s, resultando num total de 7,63 litros a cada acionamento da válvula. Tais valores foram adotados neste trabalho porque, além da falta de equipamentos adequados para medir vazão em vasos sanitários, os entrevistados encontraram dificuldades em informar o tempo que utilizavam para pressionar a válvula de descarga, o que poderia resultar em erros muito grandes. Para os mictórios, o volume adotado foi de 7,00 litros de água por acionamento, conforme informações dos fabricantes.

Outros dados dos edifícios, tais como população total, população de homens e mulheres, área total e ano de início de operação do edifício, também foram levantados.

## Entrevistas

Realizaram-se entrevistas com alguns usuários de cada edifício, a fim de se obter a frequência de uso de água no edifício. Foram feitas perguntas que demonstrassem o tempo e a quantidade de vezes que cada dispositivo sanitário era utilizado.

Em virtude da grande quantidade de usuários nos edifícios, foi necessário determinar uma amostra. Segundo Barbetta (2003), é possível determinar uma amostra que represente um determinado número de pessoas através da equação 1, a seguir.

$$n \geq \frac{n_o N}{n_o + N} \quad (1)$$

Onde:

$$n_o \geq \frac{1}{\epsilon_o^2};$$

N = número total de pessoas;

$\epsilon_o$  = erro amostral desejado (1 a 20%);

n = tamanho da amostra.

Uma amostra bastante significativa seria aquela onde o erro adotado estivesse entre 1% e 4% (BARBETTA, 2003). Porém, foram adotados valores maiores de erros, pois em edifícios com um grande número de usuários se obteriam uma amostra também muito grande, tornando inviável a realização das entrevistas. Para edifícios com populações menores, a equação 1 forneceria, para pequenos erros, amostras tendendo ao valor real da população, o que também resultaria em amostras grandes. Logo, adotaram-se erros um pouco maiores do que os considerados significativos para a determinação das amostras.

Procurou-se fazer as entrevistas com homens e mulheres na mesma proporção que existia entre eles no edifício, evitando assim que edifícios com mictórios e vasos sanitários, onde existe diferença na utilização por sexo, tivessem erros em seus usos finais.

Através das entrevistas, foi possível levantar todos os locais, além de banheiros e copas, em que a água é utilizada, tais como restaurantes, lavação de carros, torres de resfriamento, etc. Para obter valores que representassem tanto a frequência como o tempo de uso dos dispositivos, fez-se uma média dos valores obtidos para cada dispositivo em cada edifício.

## Estimativa de consumo de água

A partir das médias de frequência e tempo de uso da água e das vazões medidas, foram determinados os consumos de água para cada dispositivo. Esses consumos consistem basicamente no produto

dessas médias pela vazão e pelo número de usuários do dispositivo, como mostra a equação 2.

$$C = M_f \cdot M_t \cdot N \cdot V \quad (2)$$

Onde:

C = consumo no dispositivo (litros);

$M_f$  = média da frequência de uso do dispositivo (vezes);

$M_t$  = média do tempo de uso do dispositivo (segundos);

N = população total do edifício;

V = vazão no dispositivo (l/s).

No caso de vasos sanitários e mictórios, em que a vazão não foi medida, o consumo foi calculado substituindo na equação 2 a média do tempo ( $M_t$ ) e a vazão (V) pelo volume de água indicado anteriormente (para vasos sanitários com válvulas de descarga e mictórios) ou determinados *in loco* (para vasos sanitários com caixa acoplada e alta).

Em edifícios que possuíam filtros de água, foi quantificado o número de copos de água (com volume conhecido) consumidos. A partir daí, fez-se uma média do número de copos de água consumidos no edifício por pessoa. O cálculo desse consumo foi feito multiplicando-se a média do número de copos consumidos pela população total.

Outros consumos quantificados foram os referentes à lavação de carros, restaurantes e rega de jardins, entre outras atividades incluídas no consumo de água do edifício. Para a estimativa desses consumos, os usuários responderam a um questionário, informando a utilização da água para a atividade que exerciam.

O consumo total foi determinado fazendo-se a soma de todos os consumos específicos calculados.

## Análise de sensibilidade

Durante as entrevistas, percebeu-se a existência de dúvidas nas respostas dos usuários, o que pode acarretar em erros na estimativa dos consumos. Para verificar a influência de uma resposta imprecisa no resultado final, fez-se uma análise da sensibilidade para todos os dispositivos contidos em cada edifício. Nessa análise, aplicaram-se variações sobre os itens levantados, relativas ao uso dos dispositivos.

Nas torneiras, chuveiros e duchas, a modificação foi realizada sobre o tempo estimado de utilização do dispositivo, ou seja, o tempo foi modificado de -15 a +15 segundos, em intervalos de 5 segundos. Para os vasos sanitários, mictórios e filtros, variou-

se a frequência de uso do dispositivo de -3 a +3 vezes, em intervalos de uma vez. Na medida em que essas variações foram sendo aplicadas, percebeu-se a diferença que ocorria no consumo total de água, determinando, assim, a influência de cada dispositivo no consumo total. Tal análise foi realizada para duas situações, ou seja, (a) considerando alterações na resposta de um único usuário e (b) considerando alterações na resposta de toda a amostra.

A mesma análise foi realizada para a vazão em vasos sanitários com válvula de descarga e mictórios. Isso porque a vazão adotada para esses dispositivos teve sua origem baseada em pesquisas previamente realizadas (para vaso sanitário) e informações dos fabricantes (para mictórios). Nesse caso, a análise foi feita variando-se a vazão dos vasos sanitários de 6,63 a 8,63 litros/descarga, em intervalos de 0,5 litro, e dos mictórios de 6,00 a 8,00 litros/descarga, também em intervalos de 0,5 litro. Assim, pôde-se verificar a influência da variação da vazão dos vasos sanitários com válvula de descarga e mictórios sobre o consumo total de água nos edifícios.

### Detecção de vazamentos

Segundo Oliveira (1999), os testes de vazamentos podem ser classificados em visíveis e não-visíveis, sendo os visíveis detectados a olho nu e os não-visíveis detectados por meio de testes. Sabesp (2003) cita vários testes que podem ser aplicados em vasos sanitários, hidrômetros, caixas d'água e canos.

Para verificar se a diferença encontrada entre os consumos fornecido e estimado seria devida a vazamentos, foram realizados testes em vasos sanitários (testes da caneta e da farinha), entre o reservatório e os dispositivos (teste para caixa d'água) e na entrada de água no edifício (teste para hidrômetro). A descrição do teste da caneta pode ser obtida em Oliveira (2002) e a do teste da farinha, em Sabesp (2003). Também se procurou detectar vazamentos visíveis como torneiras pingando, por exemplo.

### Estimativa dos usos finais

Para estimar os usos finais nos dispositivos, fez-se a distribuição, em porcentagem, dos consumos em todos os dispositivos com base no consumo total fornecido pela concessionária local.

O consumo calculado foi comparado ao fornecido, a fim de verificar se ocorreram discrepâncias entre eles. Para edifícios que apresentaram vazamentos, a diferença entre os consumos foi atribuída ao vazamento. Na ausência de vazamentos, essa

diferença foi atribuída ao dispositivo de maior sensibilidade. Caso essa atribuição afetasse muito na média de uso do dispositivo (para vasos sanitários e mictórios) e na média do tempo e do uso (para torneiras, chuveiros e duchas), procurou-se distribuir essa diferença entre os dispositivos mais sensíveis.

Nos edifícios que continham torres de resfriamento, onde o uso é muito acentuado no verão, fez-se a estimativa dos usos finais para duas estações (inverno e verão).

## Resultados

Os dez edifícios estudados encontram-se localizados em dois bairros distintos na cidade de Florianópolis, sendo seis localizados no centro da cidade e quatro no bairro Itacorubi. A Tabela 1 apresenta a localização, área total, número de andares e população total dos dez edifícios em questão. Os anexos, contidos em alguns edifícios, possuem um andar.

### Consumos reais

Nos consumos fornecidos pela Casan, verificou-se regularidade nos períodos de leitura dos hidrômetros, que atenderam à frequência de 30 dias. Esse aspecto é importante de ser analisado, pois as leituras feitas sem regularidade causam grandes variações de consumos ao longo dos meses.

Em alguns edifícios foi possível analisar diferenças significativas de consumos ao longo dos três anos analisados. As Figuras 3 a 12 mostram o consumo real de cada edifício. No edifício do Badesc (Figura 3), segundo informações da Casan, o consumo irregular ocorreu porque esse edifício esteve com o hidrômetro danificado durante todo o período de estudo. No edifício do Crea, por exemplo, o consumo médio mensal no fim do ano de 2000 era de 280.000 litros/mês (Figura 5), enquanto a média para os 10 meses de 2003 foi de 68.700 litros/mês, ou seja, ocorreu uma redução de 4,8 vezes. A partir de contatos realizados no edifício, descobriu-se a presença de vazamentos ocorridos no final de 2000. No Crea, também foi realizada a substituição de torneiras comuns por torneiras com fechamento automático seguida de uma campanha de conscientização das pessoas sobre o uso da água no edifício.

Na determinação dos usos finais, quando ocorreram discrepâncias de consumos entre os meses, adotou-se o valor médio mensal do ano de 2003 como referência, caso contrário adotou-se a média do consumo dos 36 meses fornecidos.

Edifício	Localização	Área total (m <sup>2</sup> )	Nº de andares	População total (pessoas)
Badesc – Agência de Fomento do Estado de Santa Catarina	Rua Almirante Alvim, 491, Centro	1.300	2	165
Celesc – Centrais Elétricas de Santa Catarina	Rod. SC 404, km 3, Itacorubi	21.405	5	1035
Crea – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia	Rod. SC 404, 2125, Itacorubi	2.000	2	95
Deter – Departamento de Transportes e Terminais do Estado de Santa Catarina	Av. Rio Branco, 701, Centro	1.400	5	107
Epagri – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina	Rod. SC 404, 1486, Itacorubi	8.025	2 e 2 anexos	324
Secretaria da Agricultura	Rod. SC 404, 1347, Itacorubi	3.726	2 e 2 anexos	197
Secretaria da Educação	Rua Antônio Luz, 111, Centro	6.800	11	520
Secretaria de Segurança Pública	Rua Esteves Junior, 80, Centro	1.690	5	90
Tribunal de Contas	Rua Bulcão Vianna, 90, Centro	8.200	2 e 1 anexo	542
Tribunal de Justiça	Rua Álvaro M. da Silveira, 208, Centro	13.617	14	1216

Tabela 1 - Características dos edifícios analisados

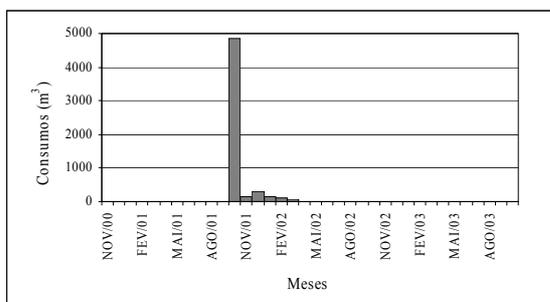


Figura 3 - Consumo de água no Badesc

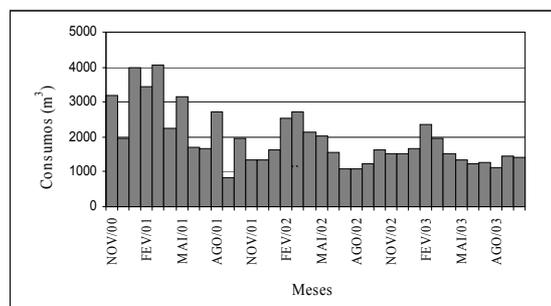


Figura 4 - Consumo de água na Celesc

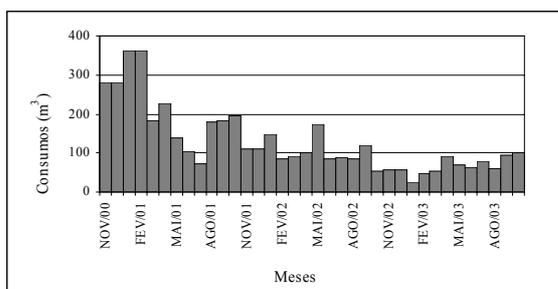


Figura 5 - Consumo de água no Crea

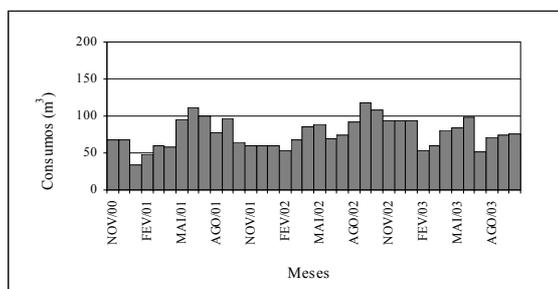


Figura 6 - Consumo de água no Deter

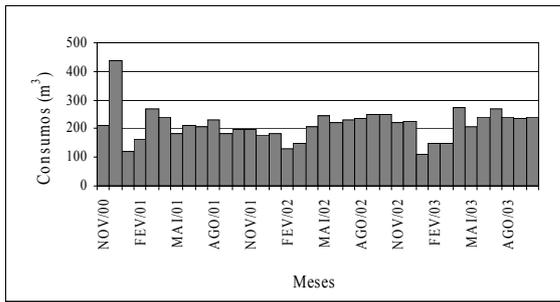


Figura 7 - Consumo de água na Epagri

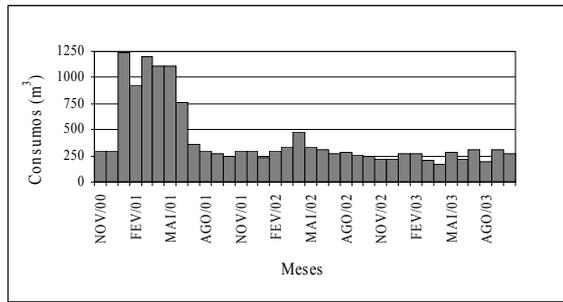


Figura 8 - Consumo de água na Secretaria da Agricultura

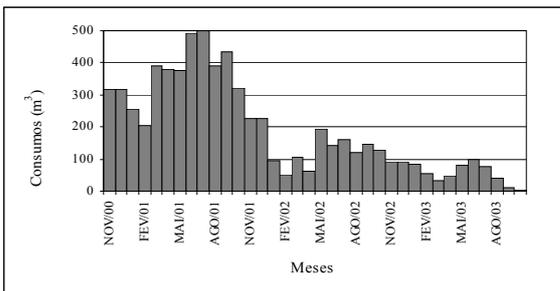


Figura 9 - Consumo de água na Secretaria da Educação

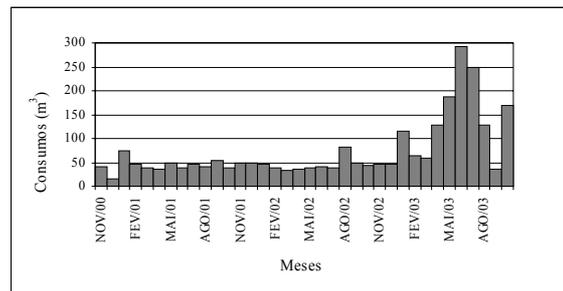


Figura 10 - Consumo de água na Secretaria de Segurança Pública

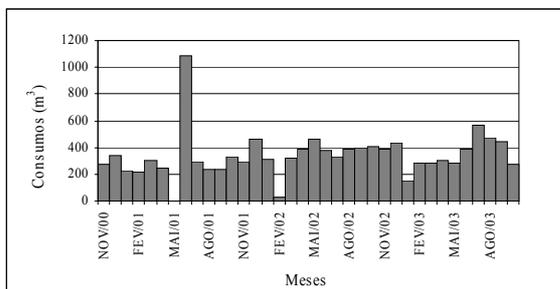


Figura 11 - Consumo de água no Tribunal de Contas

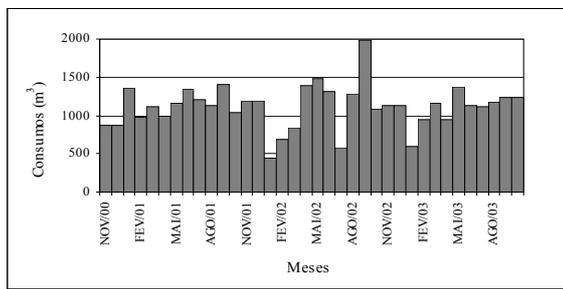


Figura 12 - Consumo de água no Tribunal de Justiça

### Consumo per capita

Para fins de comparação de consumo de água nos diferentes edifícios, determinou-se o consumo diário de água por pessoa, adotando-se uma média de 22 dias úteis por mês. A Figura 13 mostra os resultados dos consumos *per capita* nos edifícios analisados, onde se percebeu predominância de consumo entre 28,0 e 39,8 litros por pessoa por dia, exceto pelos edifícios Celesc e Secretaria da Agricultura, que apresentaram consumo maior (67,2 e 57,3 litros/pessoa por dia, respectivamente), e o edifício Secretaria da Educação, que apresentou consumo menor (18,3 litros/pessoa por dia). Os dois primeiros edifícios citados apresentaram seu consumo elevado pelo

fato de serem os dois únicos que possuem torres de resfriamento para ar-condicionado. Nesse caso, desconsiderando-se o consumo das torres, para efeitos de comparação, os consumos *per capita* nos edifícios seriam reduzidos para 54,7 e 42,1 litros/pessoa por dia, respectivamente. Na Secretaria da Educação, o número de usuários do edifício pode ter sido informado incorretamente, fato que pode justificar o seu baixo consumo *per capita*. Além disso, outras informações coletadas na Casan mostraram que o hidrômetro da Secretaria da Educação encontrava-se danificado no ano de 2003, quando o consumo passou a diminuir significativamente. A média de consumo *per capita* para os dez edifícios foi de 36,7 litros/pessoa por dia.

## Estimativa de consumo por usos finais

Os levantamentos realizados possibilitaram conhecer todos os dispositivos sanitários nos edifícios e todas as atividades realizadas com o uso da água. A Tabela 2 mostra os tipos de dispositivos encontrados em cada edifício. Observa-se que em todos os edifícios, exceto Deter e Secretaria de Segurança Pública, parte das torneiras possui fechamento automático. Com relação aos vasos sanitários, ocorreu uma predominância dos tipos com válvula de descarga, exceto para o edifício Badesc, onde existem apenas vasos sanitários com caixas acopladas com volume de 12,00 litros. Nos demais edifícios com vasos sanitários com caixa acoplada a capacidade verificada foi de 6,00 litros (Tabela 3). Os anexos da Secretaria da Agricultura e do Tribunal de Contas possuem banheiros com instalações

bastante antigas, que não passaram por reformas, justificando, assim, a presença de vasos sanitários com caixas altas com capacidade de 12,00

litros. Dos dez edifícios analisados, seis possuem chuveiros e/ou duchas, e quatro possuem filtros de água. A Celesc e a Secretaria da Agricultura possuem ainda torres de resfriamento para ar-condicionado.

Nos levantamentos dos dispositivos, mediu-se a vazão de torneiras, chuveiros e duchas conforme procedimento descrito na metodologia. Para vasos sanitários com válvula de descarga e mictórios, adotaram-se os valores de vazão levantados na literatura. Para os vasos sanitários com caixa acoplada e com caixa alta adotou-se o volume verificado *in loco*. A Tabela 3 mostra as vazões para os dispositivos nos edifícios.

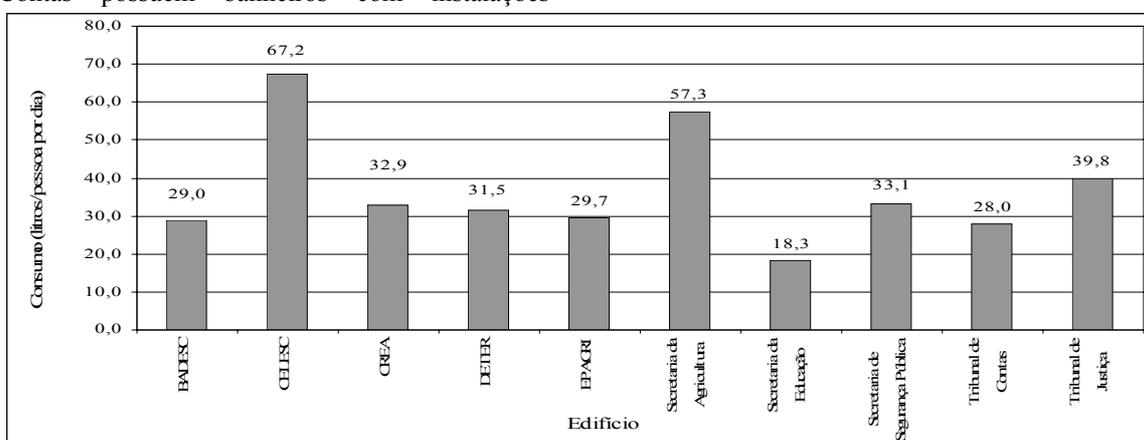


Figura 13 - Consumo de água *per capita* nos edifícios analisados

Edifício	Vaso sanitário			Mictório		Torneira		Chuveiro	Ducha	Filtro	Torre de Resfr.
	Caixa acopl.	Caixa alta	Válvula	Comum	Fech. autom.	Comum	Fech. autom.				
Badesc	15	---	---	---	2	2	21	---	---	---	---
Celelesc	21	---	84	---	41	62	94	7	2	13	Sim
Crea	1	---	9	---	6	8	21	1	---	1	---
Deter	---	---	11	---	---	17	---	---	---	---	---
Epagri	---	---	58	---	26	29	46	7	---	---	---
Secretaria da Agricultura	1	6	36	---	17	33	40	2	5	---	Sim
Secretaria da Educação	---	---	38	---	2	36	41	---	---	11	---
Secretaria de Segurança Pública	---	---	28	---	---	31	---	---	---	---	---
Tribunal de Contas	10	9	52	---	20	38	50	1	---	---	---
Tribunal de Justiça	14	---	95	18	14	154	16	1	---	4	---

Tabela 2 - Dispositivos sanitários presentes nos dez edifícios

Edifício	Vaso sanitário (l/descarga)			Mictório (l/descarga)	Torneira (l/s)	Chuveiro (l/s)	Ducha (l/s)
	Caixa acopl.	Caixa alta	Válvula				
Badesc	12,00	---	---	7,00	0,14	---	---
Celesc	6,00	---	7,63	7,00	0,11	0,10	0,15
Crea	6,00	---	7,63	7,00	0,13	0,10	---
Deter	---	---	7,63	7,00	0,08	---	---
Epagri	---	---	7,63	7,00	0,12	0,10	---
Secretaria da Agricultura	6,00	12,00	7,63	7,00	0,12	0,10	0,15
Secretaria da Educação	---	---	7,63	7,00	0,11	---	---
Secretaria de Segurança Pública	---	---	7,63	7,00	0,09	---	---
Tribunal de Contas	6,00	12,00	7,63	7,00	0,12	0,10	---
Tribunal de Justiça	6,00	---	7,63	7,00	0,10	0,07	---

Tabela 3 - Vazões dos dispositivos sanitários presentes nos dez edifícios

No caso de o edifício possuir mictórios, foi necessário levantar o número de homens e mulheres no edifício. Durante as entrevistas, a população masculina, em sua maioria, citou apenas o uso do mictório. Nesse caso, para o cálculo do consumo, considerou-se como usuários do vaso sanitário somente a população feminina, com exceção dos edifícios Badesc e Secretaria da Educação, pois ambos possuem apenas dois mictórios. Nesses dois edifícios, calculou-se o consumo do vaso sanitário para a população total. Vale ressaltar que os edifícios Deter e Secretaria de Segurança Pública não possuem mictórios, o que dispensou o levantamento da população masculina e feminina separadamente. A Tabela 4 mostra o número de homens e mulheres e a amostra em cada edifício, além do erro amostral para cada edifício.

Através das informações obtidas nas entrevistas, foi feita uma média da frequência diária e tempo de uso para cada dispositivo. Para os filtros, foi feita a média da quantidade de água consumida no edifício (litros). A Tabela 5 mostra esses dados para os dez edifícios, onde se percebeu a maior utilização da torneira, quando comparada aos outros dispositivos. Os edifícios que possuem poucos mictórios (Badesc e Secretaria da Educação) tiveram suas médias para mictórios baixas, visto que a população masculina também utiliza os vasos sanitários.

Conhecendo-se a frequência diária e o tempo de uso dos dispositivos, foram realizados os cálculos de consumo em cada dispositivo. Além dos dispositivos, existiam nos edifícios outras atividades ligadas ao consumo de água. Esses consumos foram estimados segundo informações obtidas no edifício. Nos edifícios que possuem lavagem de carros, por exemplo, fez-se uma entrevista com os responsáveis por essa função, em que relataram a quantidade de carros lavados em um dia e o tempo que a água foi utilizada para lavar cada carro. A vazão da torneira utilizada foi medida e assim estimado o consumo para o dia. Nos edifícios com restaurantes, fez-se entrevistas com as pessoas que trabalhavam na cozinha, relatando o tempo de uso das torneiras para cada atividade realizada. As vazões das torneiras utilizadas também foram medidas. A Tabela 6 mostra o consumo de água para as diferentes atividades em cada um dos edifícios.

O consumo mensal foi estimado fazendo a soma dos consumos específicos e multiplicando-se por 22 dias. Esse consumo foi comparado ao consumo medido e fornecido pela Casan, onde se determinou a diferença entre ambos em porcentagem. A Tabela 7 mostra os resultados. Como o problema existente no hidrômetro do edifício Badesc comprometia todo o período de consumo fornecido, adotou-se, para esse edifício, consumo medido igual ao estimado.

Edifício	População			População (%)		Amostra		Amostra (%)		Erro amostral $\epsilon_0$ (%)
	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	
Badesc	98	67	165	59	41	7	5	58	42	28
Celesc	535	500	1035	52	48	11	19	37	63	18
Crea	50	45	95	53	47	5	5	50	50	30
Deter	---	---	107	---	---	6	5	55	45	29
Epagri	190	134	324	59	41	5	9	36	64	26
Secretaria da Agricultura	79	118	197	40	60	4	6	40	60	31
Secretaria da Educação	130	390	520	25	75	6	10	38	63	25
Secretaria de Segurança Pública	---	---	90	---	---	4	5	44	56	30
Tribunal de Contas	342	200	542	63	37	5	10	33	67	25
Tribunal de Justiça	426	790	1216	35	65	15	29	34	66	15

Tabela 4 - População e porcentagem de homens e mulheres nos dez edifícios

Edifício	Vaso sanitário (vezes)	Mictório (vezes)	Torneira		Chuveiro		Ducha		Filtro (l)
			Frequência (vezes)	Tempo (s)	Frequência (vezes)	Tempo (s)	Frequência (vezes)	Tempo (s)	
Badesc	2,13	1,00	3,25	11,67	---	---	---	---	---
Celesc	3,37	4,00	4,10	7,63	0,07	50,00	0,03	20,00	0,62
Crea	1,80	4,40	5,90	10,40	0,10	12,00	---	---	0,32
Deter	2,55	---	4,18	29,36	---	---	---	---	---
Epagri	3,11	3,20	4,07	7,57	0,21	72,86	---	---	---
Secretaria da Agricultura	3,33	3,25	4,20	6,20	0,10	42,00	0,10	30,00	---
Secretaria da Educação	1,85	1,50	2,94	5,88	---	---	---	---	0,59
Secretaria de Segurança Pública	3,56	---	4,11	16,44	---	---	---	---	---
Tribunal de Contas	3,30	3,20	4,40	7,40	0,07	28,00	---	---	---
Tribunal de Justiça	3,52	4,40	4,66	7,41	0,14	67,05	---	---	0,47

Tabela 5 - Frequência diária e tempo de uso dos dispositivos nos dez edifícios

Edifício	Consumos (litros/dia)					
	Vaso sanitário	Mictório	Torneira	Chuveiro	Ducha	Filtro
Badesc	2.675,0	686,0	875,9	---	---	---
Celesc	13.880,9	14.980,0	3.239,2	345,0	103,5	646,0
Crea	717,1	1.540,0	765,1	11,4	---	30,8
Deter	2.078,0	---	1.051,0	---	---	---
Epagri	3.180,9	4.256,0	1.198,5	505,8	---	---
Secretaria da Agricultura	3.111,0	1.797,3	615,6	82,7	88,7	---
Secretaria da Educação	7.324,8	1.365,0	897,4	---	---	304,2
Secretaria de Segurança Pública	2.441,6	---	547,6	---	---	---
Tribunal de Contas	5.526,1	7.660,8	2.117,7	101,2	---	---
Tribunal de Justiça	22.779,4	13.120,8	4.197,6	778,2	---	567,1

Tabela 6 - Consumo específico diário de água nos dez edifícios

Edifício	Consumos (litros/dia)					
	Limpeza	Cozinha	Irrigação de jardim	Lavação de carros	Restaurante	Torre de resfriamento
Badesc	100,0	23,0	432,0	---	---	---
Celesc	2.500,0	150,0	---	1500,0	5.400,0	13.000,0
Crea	80,0	10,0	40,0	---	---	---
Deter	60,0	15,0	---	---	---	---
Epagri	270,0	35,0	60,0	150,0	---	---
Secretaria da Agricultura	540,0	35,0	---	200,0	2.600,0	3.000,0
Secretaria da Educação	200,0	90,0	---	---	---	---
Secretaria de Segurança Pública	75,0	10,0	---	---	---	---
Tribunal de Contas	290,0	70,0	---	100,0	---	---
Tribunal de Justiça	2.230,0	195,0	180,0	---	---	---

Tabela 6 - Consumo específico diário de água nos dez edifícios (continuação)

Edifício	Consumo medido (litros/mês)	Consumo estimado (litros/mês)	Diferença (%)
Badesc	105.427	105.427	0,0
Celesc	1.531.200	1.226.378	-19,9
Crea	68.700	70.277	2,3
Deter	74.220	70.493	-5,0
Epagri	211.700	212.437	0,3
Secretaria da Agricultura	248.300	265.544	6,9
Secretaria da Educação	209.400	223.991	7,0
Secretaria de Segurança Pública	65.600	67.632	3,1
Tribunal de Contas	333.600	349.047	4,6
Tribunal de Justiça	1.064.000	969.058	-8,9

Tabela 7 - Consumo de água medido e estimado para os dez edifícios

Através da Tabela 7, pôde-se verificar que em cinco edifícios ocorreram diferenças entre os consumos acima de 5,0%. No edifício da Celesc percebeu-se o maior erro (cerca de 20%). Várias podem ser as

hipóteses que justifiquem essas diferenças. Entre elas pode-se destacar: respostas com grande margem de erros nas entrevistas; vazões adotadas para vasos sanitários com válvula de descarga e mictórios;

hidrômetros danificados, impossibilitando a leitura real do consumo do edifício; e ocorrência de vazamentos.

### Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade realizada mostrou que tanto as respostas duvidosas sobre o uso dos dispositivos nos edifícios quanto a vazão única adotada para eles podem ocasionar grandes discrepâncias sobre o consumo real de água.

Na análise de uso dos dispositivos, o vaso sanitário apareceu como o dispositivo mais sensível na maioria dos edifícios. As Figuras 14 e 15 mostram a análise de sensibilidade de todos os dispositivos no edifício Celesc considerando as respostas de apenas um usuário. A Figura 14 apresenta a análise para vasos sanitários e mictórios, e a 15, para torneiras e demais dispositivos em que a vazão foi medida.

Observou-se que para edifícios de grande porte como a Celesc, por exemplo, as variações efetuadas afetaram pouco o consumo total de água, ou seja, uma alteração de uma vez na frequência de uso de vasos sanitários por um usuário implica uma variação de 0,39% no consumo total de água do edifício. Isso ocorreu por ser um edifício com inúmeras atividades consumidoras de água. Por outro lado, o Deter e a Secretaria de Segurança Pública, além de utilizarem pouca água, não dispõem de mictórios, o que torna o consumo de água no vaso sanitário alto. No caso do Deter, a alteração de uma vez na frequência de uso de vasos sanitários por um usuário provoca uma variação de 2,31% no consumo de água do edifício. As Figuras 16 e 17 mostram a sensibilidade para vasos sanitários e torneiras, respectivamente, no edifício Deter.

As Figuras 14 a 17 mostram a variação no consumo total de água produzida por um único usuário com

base na frequência e no tempo de uso dos dispositivos. Considerando as mesmas variações sobre toda a amostra, verificam-se grandes mudanças sobre o consumo estimado. Na Tabela 8 é possível perceber, para os dez edifícios estudados, a variação percentual do consumo decorrente dessa análise, para um usuário e para toda a amostra entrevistada no edifício. Os erros mostrados são referentes a uma alteração de uma vez na frequência de uso de vasos sanitários, mictórios e filtros; e uma alteração de 5 segundos no tempo de uso de torneiras e demais dispositivos. São apresentados resultados apenas para os dois dispositivos mais sensíveis.

Verificados os erros possíveis decorrentes das incertezas dos usuários nas entrevistas, é possível afirmar que a diferença encontrada entre o consumo medido e o estimado pode ter sua origem nessa fonte de erro. Na Tabela 8, por exemplo, verifica-se que uma resposta imprecisa dada por um usuário do edifício do Crea sobre a utilização do vaso sanitário bastaria para justificar a diferença encontrada entre os consumos medido e estimado.

A análise realizada variando-se a vazão de mictórios e vasos sanitários também gerou bastante influência sobre o consumo total de água. Nesse caso, novamente, ocorreram maiores influências dos vasos sanitários em edifícios de pequeno porte, cujo motivo foi justificado anteriormente. Nos edifícios com grande número de usuários homens, os mictórios apresentaram maior influência (quase o dobro do vaso sanitário). Os maiores índices de influência ocorreram nos edifícios Deter e Secretaria de Segurança Pública, com, respectivamente, 4,24% e 5,20% sobre o consumo total de água (para uma variação de  $\pm 0,5$  litro/descarga). A Tabela 9 mostra a variação no consumo quando se alterou o valor da vazão de vasos sanitários com válvula de descarga e mictórios em  $\pm 0,5$  litro/descarga.

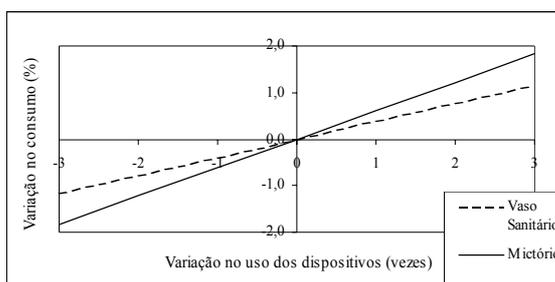


Figura 14 - Sensibilidade para vasos sanitários e mictórios na Celesc

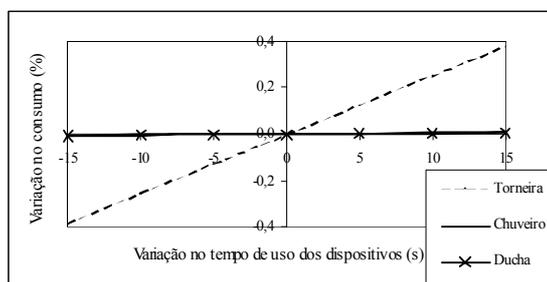


Figura 15 - Sensibilidade para torneiras, chuveiros e duchas na Celesc

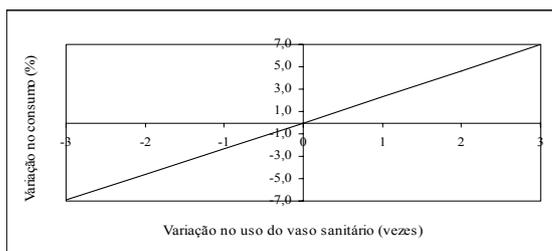


Figura 16 - Sensibilidade para vasos sanitários no Deter

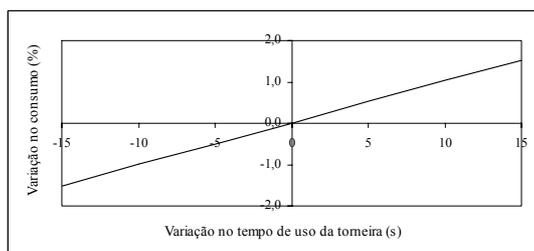


Figura 17 - Sensibilidade para torneiras no Deter

Edifício	Dispositivo	Erro sobre o consumo total (%)	
		Um usuário	Amostra
Badesc	Vaso sanitário	± 3,28	± 26,27
	Mictório	± 2,86	± 14,32
Celesc	Vaso sanitário	± 0,39	± 7,39
	Mictório	± 0,61	± 6,72
Crea	Vaso sanitário	± 2,47	± 12,49
	Mictório	± 2,19	± 10,96
Deter	Vaso sanitário	± 2,31	± 25,50
	Torneira	± 0,50	± 16,76
Epagri	Vaso sanitário	± 1,17	± 10,59
	Mictório	± 2,75	± 13,77
Secretaria da Agricultura	Vaso sanitário	± 1,28	± 7,73
	Mictório	± 1,14	± 4,58
Secretaria da Educação	Vaso sanitário	± 3,00	± 38,97
	Mictório	± 2,23	± 8,94
Secretaria de Segurança Pública	Vaso sanitário	± 2,47	± 22,35
	Torneira	± 0,59	± 5,43
Tribunal de Contas	Vaso sanitário	± 1,06	± 10,55
	Mictório	± 3,02	± 15,09
Tribunal de Justiça	Vaso sanitário	± 0,51	± 14,70
	Mictório	± 0,45	± 6,77

Tabela 8 - Variação no consumo mensal com base na incerteza de um usuário e de toda a amostra

### Estimativa dos usos finais

Com o consumo de todos os dispositivos e verificada a ausência de vazamentos, é possível estimar os usos finais de água. A diferença encontrada entre o consumo estimado e o consumo medido pela Casan foi atribuída ao dispositivo de maior sensibilidade do edifício, conforme visto na análise de sensibilidade. Fazendo essa atribuição, verificou-se a modificação ocorrida na média de uso do dispositivo. Se foi significativa, fez-se uma distribuição entre os dispositivos mais sensíveis.

Na Celesc, por exemplo, a média de uso do mictório passou de 4,0 para 7,4 vezes quando foi atribuída toda a diferença para esse dispositivo. Nesse caso, fez-se a distribuição para os três dispositivos mais sensíveis (mictório, vaso sanitário e torneira). A Tabela 10 mostra o dispositivo mais sensível para cada edifício e os dispositivos para os quais a diferença entre o consumo medido e o estimado foi distribuída.

A Tabela 11 mostra os usos finais de água nos dez edifícios analisados, sendo esses usos para

edifícios com torre de resfriamento apresentados para verão e inverno. Nos edifícios Badesc e Secretaria da Educação, que possuem poucos mictórios, Deter e Secretaria de Segurança Pública, que não possuem mictórios, percebe-se um consumo bastante significativo do vaso sanitário, variando de 55,8% a 78,8%. Na Celesc, a torre de resfriamento é responsável pelo terceiro maior consumo do edifício no verão, ficando atrás do mictório e do vaso sanitário, enquanto na Secretaria da Agricultura a torre representa o maior consumo do edifício, seguida do restaurante e do vaso sanitário.

Através da estimativa dos usos finais, pôde-se verificar que, geralmente, os maiores consumos de água ocorreram nos vasos sanitários e mictórios. Sendo assim, verifica-se que grande parte da água consumida nos edifícios analisados não necessita ser potável, podendo ser substituída, por exemplo, por água pluvial ou de reuso de águas cinzas. A Tabela 12 mostra os usos finais de água em atividades que não necessitam de água potável na sua execução, tais como vasos sanitários, mictórios, limpeza, rega de jardins e lavagem de carros. Percebe-se que, em média, 77,0% da água utilizada nos dez edifícios analisados não precisaria ser potável.

Edifício	Dispositivo	Erro sobre o consumo total (%)
Badesc	Mictório	± 1,03
Celesc	Vaso sanitário	± 1,30
	Mictório	± 1,92
Crea	Vaso sanitário	± 0,91
	Mictório	± 3,44
Deter	Vaso sanitário	± 4,24
Epagri	Vaso sanitário	± 2,15
	Mictório	± 3,15
Secretaria da Agricultura	Vaso sanitário	± 1,37
	Mictório	± 1,06
Secretaria da Educação	Vaso sanitário	± 4,71
	Mictório	± 0,95
Secretaria de Segurança Pública	Vaso sanitário	± 5,20
Tribunal de Contas	Vaso sanitário	± 1,73
	Mictório	± 3,45
Tribunal de Justiça	Vaso sanitário	± 2,74
	Mictório	± 2,13

Tabela 9 - Variação no consumo mensal com base na variação da vazão de vasos sanitários com válvula de descarga e mictórios

Edifício	Dispositivo mais sensível	Dispositivos com consumo distribuído
Badesc	Vaso sanitário	---
Celesc	Mictório	Vaso sanitário, Mictório e Torneira
Crea	Mictório	Mictório
Deter	Vaso sanitário	Vaso sanitário
Epagri	Mictório	Mictório
Secretaria da Agricultura	Vaso sanitário	Vaso sanitário e Mictório
Secretaria da Educação	Vaso sanitário	Vaso sanitário
Secretaria de Segurança Pública	Vaso sanitário	Vaso sanitário
Tribunal de Contas	Mictório	Mictório
Tribunal de Justiça	Vaso sanitário	Vaso sanitário e Mictório

Tabela 10 - Dispositivos com maior sensibilidade

Edifício	Uso final (%)						
	Vaso sanitário	Mictório	Torneira	Restaurante	Lavação de carros	Torre de resfriamento	Outros
Badesc	55,8	14,3	18,3	----	----	----	11,6
Celesc (verão)	28,1	29,0	8,9	7,8	2,2	18,7	5,3
Celesc (inverno)	34,6	35,6	11,0	9,5	2,7	----	6,6
Crea	23,0	47,0	24,5	----	----	----	5,5
Deter	66,6	----	31,2	----	----	----	2,2
Epagri	33,1	43,9	12,5	----	----	----	10,5
Secretaria da Agricultura (verão)	23,0	13,5	5,5	23,0	1,8	26,6	6,6
Secretaria da Agricultura (inverno)	31,4	18,4	7,4	31,4	2,4	----	9,0
Secretaria da Educação	70,0	14,3	9,4	----	----	----	6,3
Secretaria de Segurança Pública	78,8	----	18,4	----	----	----	2,8
Tribunal de Contas	36,4	45,9	14,0	----	0,7	----	3,0
Tribunal de Justiça	53,2	29,9	8,7	----	----	----	8,2

Tabela 11 - Usos finais de água nos dez edifícios

Edifício	Uso final de água (%)			
	Vaso sanitário	Mictório	Outros**	Total
Badesc	55,8	14,3	11,1	81,2
Celesc	31,9	32,8	6,6	71,3
Crea	23,0	47,0	3,9	73,9
Deter	66,6	---	1,8	68,4
Epagri	33,1	43,9	5,0	82,0
Secretaria da Agricultura	27,9	16,4	7,9	52,2
Secretaria da Educação	70,0	14,3	2,1	86,4
Secretaria de Segurança Pública	78,8	---	2,5	81,3
Tribunal de Contas	36,4	45,9	2,6	84,9
Tribunal de Justiça	53,2	29,9	5,8	88,9
Média	47,7	30,6*	4,9	77,0

\* Valor obtido através da média dos oito edifícios com mictórios

\*\* Limpeza, rega de jardins e lavagem de carros

Tabela 12 - Usos finais de água para fins não potáveis nos dez edifícios

## Conclusões

O presente artigo apresentou os usos finais de água estimados para dez edifícios públicos do município de Florianópolis, utilizando dados de consumo fornecidos pela Casan e levantamentos realizados em campo.

Os consumos *per capita*, calculados pelo consumo de água fornecido pela Casan e pelo número total de usuários nos edifícios, apresentaram-se abaixo do consumo *per capita* para o setor residencial, como era esperado, variando, aproximadamente, de 28 a 40 litros/pessoa por dia, exceto por dois edifícios que apresentaram valores de aproximadamente de 57 e 67 litros/pessoa por dia,

devido ao uso de torres de resfriamento, e um que apresentou o consumo abaixo do esperado (cerca de 18 litros/pessoa por dia) devido a problemas com o hidrômetro e dúvidas quanto ao número de usuários do edifício.

A análise de sensibilidade realizada neste trabalho permitiu a realização de um ajuste entre o consumo estimado através de levantamento de dados e o consumo real de água nos edifícios. Tal análise foi necessária, pois o consumo estimado contém imprecisões devidas às respostas dos usuários e às vazões adotadas e medidas. Dessa forma, os usos finais obtidos são válidos somente para os dez edifícios analisados.

Diante dos resultados de usos finais, conclui-se que cinco dos edifícios públicos analisados têm seu maior uso final no vaso sanitário, com média de 64,9%. Para os dez edifícios analisados, os usos finais no vaso sanitário variaram de 23,0% a 78,8%, com média de 47,7%.

Os mictórios tiveram usos finais elevados quando a população masculina do edifício era maior que a feminina. Em quatro dos edifícios analisados, o mictório apresentou o maior uso final, variando de 32,8% a 47,0%. Para os oito edifícios que possuem mictórios, o uso final médio para esse dispositivo foi de 30,6%.

A torre de resfriamento para ar-condicionado, presente nos edifícios Celesc e Secretaria da Agricultura, também apresentou um grande consumo no período do verão, tendo na Secretaria da Agricultura representado o maior uso final (26,6%).

Os usos finais de água foram mais concentrados em atividades que não requerem uso de água potável. A média desses usos (vasos sanitários, mictórios, limpeza, etc.) para os dez edifícios foi de 77,0%, variando de 52,2% a 88,9%. Isso indica que aproximadamente 77,0% da água potável utilizada nos edifícios públicos analisados poderia ser substituída por água pluvial ou reuso de águas cinzas, ou pela combinação de ambas.

## Referências

- ANA. Agência Nacional da Água. **Water Resources Management in Brazil**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb/doc/WRMB/index.htm>>. Acesso em: 20 maio 2004.
- BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003. 340 p.
- BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E.; ROCHA, A. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água**. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, DTA Documento Técnico de Apoio nº E1. Brasília, 1998.
- CHENG, C. L. Evaluating water conservation measures for Green Building in Taiwan. **Building and Environment**, v. 38, n. 2, p. 369-379, 2003.
- CHENG, C. L.; HONG, Y. T. Evaluating water utilization in primary schools. **Building and Environment**, v. 39, n. 7, p. 837-845, 2004.
- COOMBES, P. J.; ARGUE, J. R.; KUCZERA, G. Figtree place: a case study in water sensitive urban development (WSUD). **Urban Water**, v. 1, n. 4, p. 335-343, 1999.
- DENG, S. Energy and water uses and their performance explanatory indicators in hotels in Hong Kong. **Energy and Buildings**, v. 35, n. 8, p. 775-784, 2003.
- FEWKES, A. The use of rainwater for WC flushing: the field testing of a collection system. **Building and Environment**, v. 34, n. 6, p. 765-772, 1999.
- GHISI, E. Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. **Building and Environment**, In Press. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 30/03/05
- HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. **Urban Water**, v. 1, n. 4, p. 307-316, 1999.
- IBGE. **Taxas Anuais.zip**. Disponível em: <[http://www2.ibge.gov.br/pub/Estimativas\\_Projecoes\\_Populacao/Estimativas\\_2004/](http://www2.ibge.gov.br/pub/Estimativas_Projecoes_Populacao/Estimativas_2004/)>. Acesso em: 15 maio 2004.
- MARINOSKI, D. L.; GHISI, E.; GÓMEZ, L. A. Aproveitamento de água pluvial e dimensionamento de reservatório para fins não potáveis: estudo de caso em um conjunto residencial localizado em Florianópolis-SC. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1.; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004.
- OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. 1999. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.
- OLIVEIRA, L. H. As bacias sanitárias e as perdas de água nos edifícios. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 39-45, out./dez. 2002.
- SABESP. **Estudo de casos em São Paulo**. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br>>. Acesso em: 20 maio 2003.
- SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ, L. A. Potencial de economia de água tratada através do aproveitamento de águas pluviais em postos de combustíveis: estudos de caso. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2004.
- UNEP - United Nations Environment Programme. **Global Environment Outlook 3: past, present and future perspectives**. United Kingdom: Earthscan, 2002.