

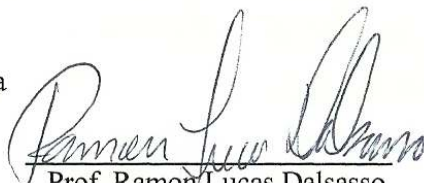
Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

Uso Racional da Água no Departamento de Engenharia Sanitária
e Ambiental da UFSC


Marcus Phoebe Farias Nunes de Freitas

Trabalho submetido à Banca Examinadora como
parte dos requisitos para Conclusão do Curso de
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental–
TCC II


Banca Examinadora



Prof. Ramon Lucas Dalsasso
(Orientador)



Prof. Pericles Alves Medeiros
(Membro da Banca)



Prof. Guilherme Farias Cunha
(Membro da Banca)

Florianópolis
JUNHO/2010.

RESUMO

O consumo de água, ao contrário de sua disponibilidade, vem aumentando demasiadamente, exigindo soluções para preservação deste recurso e diminuição do desperdício. O presente trabalho tem como objetivo propor soluções para o uso racional da água no prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC. As sugestões foram embasadas num diagnóstico do consumo de água e infra-estrutura da edificação e analisando alternativas que visam o uso racional da água. Pretende-se que as sugestões sejam acatadas e mantidas, contribuindo para a redução no consumo de água neste prédio. Caso obtenha-se êxito nas mudanças feitas, sugere-se que as boas práticas sejam replicadas no restante da Universidade Federal de Santa Catarina, fazendo com que a instituição também se torne um exemplo de uso racional da água.

PALAVRAS-CHAVE: Uso racional da água, consumo de água, estudo de substituição de demanda de água.

ABSTRACT

The water consumption is increasing further than its availability, demanding solutions to preserve this resource. The aim of this work is to propose solutions to the rational use of water in the old building of the Department of Sanitary and Environmental Engineering at UFSC. The suggestions were based on a diagnosis of water consumption and building infrastructure and also alternatives to a rational use of water were considered. It is intended that the suggestions become accepted and maintained, contributing to a reduction in the water consumption in the building. If the changes are successful, the idea suggested can be also applied in other locals of the Universidade Federal de Santa Catarina, turning this institution in an example of the rational use of water.

Keywords: rational use of water, water consumption, study of replacement of water demand.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Torneira de bancada com fechamento hidromecânico.....	11
Figura 2- Torneira de parede com fechamento hidromecânico e sistema anti-vandalismo.	11
Figura 3- Modelo de torneira de bancada com fechamento por sensor. 11	
Figura 4- Modelo 2 de torneira de bancada com fechamento por sensor.	11
Figura 5- Arejador para torneira de lavatório - corpo do arejador que fica na saída de água da torneira.....	12
Figura 6- Arejador para torneira de lavatório - Fluxo de água aerada... 12	
Figura 7- Mictório que dispensa água para lavagem - louça sem entrada de água para lavagem (Modelo Urimat [®]).	14
Figura 8- Mictório que dispensa água para lavagem - sistema sifonado com vedação feita por líquido selante (Modelo Urimat [®]).	14
Figura 9- Vista frontal do prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.	16
Figura 10- Banheiro para deficientes físicos.	17
Figura 11- Banheiro feminino.	17
Figura 12- Vista geral do banheiro masculino do segundo pavimento. O banheiro masculino do quarto pavimento é idêntico a este.	18
Figura 13- Copa do terceiro pavimento. Instalação de água fria utilizada para alimentação da pia.	18
Figura 14- Elementos do banheiro para deficientes físicos não retirados, a saber: válvula de descarga, apoio e registro.	18
Figura 15- Medição com paquímetro do corpo do registro dos mictórios para verificação da bitola da tubulação	21
Figura 16- Detalhe das tubulações no forro do banheiro do pavimento térreo.	21
Figura 17- 1: Saída de água para bebedouro; 2: Objetos pendurados na tubulação de esgoto; 3: Sifão fora de padrão.....	28
Figura 18- 4: Paredes sem a devida manutenção; 5: Janelas que tiram a privacidade dos usuários dos banheiros.	28
Figura 19. Planta baixa da cobertura, evidenciando a área de captação de água da chuva.	31
Figura 20. Fluxograma da proposta de composição do abastecimento de água do ENS.....	32
Figura 21- Consumo de água per capita para homens e mulheres.	36
Figura 22- Proposta de recobrimento das divisórias de concreto das bacias sanitárias com vidro e imagem.	42
Figura 23- Proposta de utilização de divisórias entre os mictórios 43	

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Levantamento de equipamentos sanitários existentes no prédio ENS.....	19
Tabela 2- Comparação entre diferentes aparelhos sanitários convencionais e economizadores. Apresenta a economia gerada após a substituição dos equipamentos.	22
Tabela 3. Valores diários para o consumo de água dos destiladores.	34
Tabela 4- Consumo de água por sexo e aparelho sanitário.....	35
Tabela 5- Estimativa de consumo de água semanal no ENS sem a substituição dos aparelhos sanitários por outros economizadores.	36
Tabela 6- Valores estimados para substituição de demanda de água sem a troca de equipamentos.	37
Tabela 7- Frequência de uso e tempo gasto durante a utilização de equipamentos sanitários, para homens e mulheres.	37
Tabela 8- Estimativa de consumo de água semanal no ENS com a substituição dos aparelhos sanitários por outros economizadores.	38
Tabela 9- Valores estimados para substituição de demanda de água com a troca de equipamentos.	38
Tabela 10- Resumo do Estudo de Substituição de Demanda com e sem a substituição dos aparelhos sanitários por modelos economizadores	39
Tabela 11. Composição dos cenários de abastecimento de água para fins não potáveis.	40

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Comparação de diferentes formas de acionamento do fluxo de água com as intervenções necessárias e os ganhos com higiene.	24
Quadro 2- Benefício proporcionado pela substituição de cada aparelho.	30

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVO	4
	2.1 Objetivo Geral	4
	2.2 Objetivos Específicos	4
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
	3.1 Consumo de Água.....	5
	3.2 Educação Ambiental.....	6
	3.3 Uso Racional da Água	6
	3.4 Reformas Hidro-Sanitárias em Edificações.....	7
	3.5 Água Cinza	8
	3.6 Aproveitamento da Água de Chuva.....	8
	3.7 Equipamentos Economizadores de Água.....	9
	3.7.1 Torneiras	10
	3.7.2 Bacias Sanitárias	13
	3.7.3 Mictórios	13
4	DESCRIÇÃO E METODOLOGIA	15
	4.1 Área de Estudo.....	15
	4.2 Fluxograma do Consumo de Água	19
	4.3 Projeto do Sistema Hidro-Sanitário Como Construído.....	20
	4.4 Análise de Viabilidade das Alternativas de Redução no Consumo de Água Potável	21
	4.4.1 Implantação de equipamentos economizadores de água.....	22
	4.4.2 Reuso de água cinza	24
	4.4.3 Aproveitamento de água da chuva	25
	4.4.4 Reaproveitamento da água de resfriamento dos destiladores 26	
	4.5 Proposta de Alterações para Melhores Condições de Higiene nos Banheiros	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
	5.1 Projeto Como Construído do Sistema Hidro-Sanitário.....	28
	5.2 Sugestões Para o Uso Racional da Água	29
	5.2.1 Equipamentos Economizadores de Água.....	29
	5.2.2 Aproveitamento de Água da Chuva	31
	5.2.3 Reaproveitamento de Água dos Destiladores.....	33
	5.2.4 Estudo de Substituição de Demanda	35
	5.2.5 Cenários Para a Composição de Consumo de Água	39
	5.3 Operação do Sistema Hidro-Sanitário	40
	5.3.1 Sistema de Abastecimento de Água Potável.....	40
	5.3.2 Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva.....	41

5.3.3	Sistema de Reaproveitamento de Água de Resfriamento dos Destiladores	41
5.4	Sugestões para Melhores Condições de Higiene e Layout	41
5.4.1	Divisórias Sanitárias	41
5.4.2	Paginação de Paredes e Pisos	43
5.4.3	Outras Sugestões Estéticas e Funcionais	43
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	45
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
7	ANEXOS	48

1 INTRODUÇÃO

A água potável, canalizada, trouxe muitas facilidades e comodidades para a população. Sua abundância em alguns locais fez muitos indivíduos pensarem que se tratava de um recurso natural eterno e que por isso não precisava de muitos cuidados. Em contrapartida, outras civilizações convivem desde sua formação com a escassez de água e, portanto, já possuíam desde cedo a cultura da economia deste bem.

Com o aumento da população, aliado as comodidades provenientes da água canalizada, como o costume de tomar banhos quentes, de usar torneiras em jardim, entre outros, podemos observar um aumento na frequência da falta de água. Também pode ser observado o comprometimento de alguns corpos hídricos responsáveis pelo abastecimento de água para população devido ao consumo descontrolado e a devolução desta água na forma de esgoto não tratado. Em suma, podemos afirmar que o consumo de água aumentou muito enquanto a disponibilidade e a qualidade deste recurso vêm diminuindo.

Ainda com relação a interferência antrópica, podemos afirmar que o crescimento demográfico, aliado à diversificação das atividades humanas, vem exigindo maior atenção às necessidades de uso da água para as mais diversas finalidades (MANCUSO, SANTOS, 2003).

A educação ambiental, sem dúvida, é uma forte aliada na redução do consumo de água, que, por sua vez, é necessário para a manutenção da vida humana, principalmente quando referente a grandes centros urbanos.

A educação ambiental vem para atuar muitas vezes em pequenas atitudes, como fechar a torneira enquanto escova-se os dentes e tomar banhos mais curtos. Porém, muitas vezes existe um grande desperdício na própria distribuição de água na rede pública.

O termo “Uso Racional da Água” apresenta-se neste contexto como a forma que as indústrias, prédios, fabricantes de equipamentos e outros indivíduos vêm utilizando para reduzir o consumo de água. A proposta de uso racional da água faz-se trocando aparelhos sanitários antigos por outros que não consumam tanta água, com o reuso da água, aproveitamento de água da chuva, entre outras ações.

Uma das grandes dificuldades encontradas no que tange o uso racional da água está na estrutura dos prédios antigos, que não prezavam pela economia de água. Hoje estes prédios necessitam de algumas reformas para que passem a contar com medidores de água individuais,

aparelhos sanitários economizadores de água, aproveitamento de água de chuva, etc.

O trabalho de conclusão de curso deste autor tem como objetivo propor soluções para reduzir o consumo de água no prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – ENS da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, a partir de modificações na estrutura hidro-sanitária. O prédio conta com dois banheiros masculinos, dois banheiros femininos, um banheiro para deficientes físicos e uma copa.

Após realizado um diagnóstico do consumo de água na edificação foi necessário fazer um projeto como construído (*as built*), ou seja, um projeto das instalações hidro-sanitárias como foram realmente executadas. Tal projeto se faz necessário, pois, com uma breve verificação, foi constatado que o projeto original diverge da obra finalizada. O levantamento de dados para este projeto consistiu na realização de medições *in loco*, registro fotográfico e comparação com o projeto original fornecido pela Divisão de Projetos da UFSC.

Com a elaboração do projeto hidro-sanitário atualizado, foram estudadas formas de alteração no sistema de água fria, esgoto e incêndio, almejando um melhor aproveitamento da água potável. Acrescido a estes estudos, o aproveitamento da água da chuva foi considerado como forma opcional de abastecimento de água para fins não potáveis. A análise de viabilidade de alternativas foi feita comparando custos, benefícios e desvantagens de cada uma delas.

Ainda no que tange as modificações no local de estudo, pretende-se propor alterações que conduzam a melhores condições de higiene e de apresentação nos banheiros e copa deste prédio. Esta etapa foi realizada com o auxílio da Coordenadoria de Planejamento de Recursos de Ocupação Física, somado a visita de prédios com alternativas adequadas. Esta proposta de melhorias foi feita e apresentada ao corpo docente do ENS, representado pela figura do Chefe de Departamento.

Dentre as possibilidades de mudanças previstas, foram observadas: a utilização de torneiras com válvulas de pressão e arejadores; válvulas de descarga com vazão regulável para as bacias sanitárias, que são responsáveis por significativa redução no consumo de água e; válvulas com sensor de presença para os mictórios.

Com base no apresentado, o presente trabalho tem como finalidade reduzir o desperdício de água potável no prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, que será utilizada apenas para fins mais nobres, tomando-se o cuidado de garantir condições plenas de higiene e conforto aos usuários.

Acatadas estas propostas, pretende-se chegar em uma efetiva redução no consumo de água. Logo, o prédio do ENS deve ser considerado como um modelo a ser seguido pelos demais prédios da UFSC e, ainda, como um exemplo para os acadêmicos, em especial os engenheiros sanitaristas e ambientais que nesta instituição se formam.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo propor soluções para o uso racional da água no antigo prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental– ENS da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o potencial e as medidas cabíveis para a racionalização do uso da água;
- Propor alterações para melhores condições de higiene nos banheiros deste prédio.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica contemplada neste trabalho abrange o consumo de água e educação ambiental como forma de diminuir seu desperdício. Quando estes fatores são juntamente analisados, chegamos ao uso racional da água que, por sua vez, contempla reformas nas edificações, reuso da água, aproveitamento de água da chuva e ainda a implantação de equipamentos economizadores de água. Estes itens serão apresentados a seguir.

3.1 Consumo de Água

Conforme descrito na obra do PROSAB organizada por GONÇALVES (2006), o consumo de água pode ser considerado como a água utilizada em todos os segmentos da sociedade e está presente no uso doméstico, comercial, industrial, público e agrícola. Na visão dos autores, a soma do consumo de água com o desperdício, na forma de mau uso e perdas como vazamentos, nos dá a demanda de água.

TUCCI (1997), quando redige sobre usos múltiplos dos recursos hídricos, lista o abastecimento público, consumo industrial, matéria-prima para indústria, irrigação, recreação, dessedentação de animais, geração de energia elétrica, transporte, diluição de despejos, e preservação da flora e fauna; sendo que os cinco primeiros, ao contrário dos demais, exigem a retirada da água do manancial.

Devido às particularidades de cada nação, em muitas regiões do globo a população consome mais água do que os corpos hídricos locais podem disponibilizar. MANCUSO e SANTOS (2003) afirmam que 26 países, que abrigam 262 milhões de pessoas, enquadram-se na categoria de áreas com escassez de água.

Complementando as informações anteriores, TSUTIYA (2006) argumenta que o consumo de água pode ser afetado, entre outros fatores, pelas condições climáticas, hábitos e nível de vida da população, natureza da cidade, medição de água, pressão na rede e preço da água; ou seja, está intimamente ligado à infra-estrutura e cultura da população.

A questão cultural ganha elevada importância quando associamos o consumo de água aos costumes de determinadas populações. Podemos observar com frequência que em locais onde há grande disponibilidade de água, o consumo e o desperdício deste bem são elevados.

Informações prévias sobre o consumo de água de determinada população são imprescindíveis para o correto planejamento e gerencia-

mento dos sistemas de abastecimento, sobretudo, para o dimensionamento dos seus elementos, que dependem da vazão de água estimada (TSUTIYA, 2006).

Para estipular valores de vazão para novas edificações, ou ainda para se ter uma referência de consumo de água para cada tipo de empreendimento, a literatura traz vasta gama de padrões de consumo de água, muitas vezes representado como índices de consumo.

3.2 Educação Ambiental

O conceito dado para educação ambiental pela Lei Federal Nº 9.795, DE 27 DE ABRIL DE 1999, em seu Art. 1º apresenta o seguinte texto:

“Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – define a Educação Ambiental como um processo de formação e informação, orientado para o desenvolvimento da consciência crítica sobre as questões ambientais e, também, para o desenvolvimento de atividades que levem à participação das comunidades na preservação do equilíbrio ambiental.

A educação ambiental aplicada ao consumo de água nos leva ao que se chama de uso racional da água, que será discutido a seguir.

3.3 Uso Racional da Água

De acordo com o discriminado por GONÇALVES (2006), uso racional da água objetiva o controle da demanda através da redução do consumo, preservando a quantidade e a qualidade da água para as diferentes atividades consumidoras.

TSUTIYA (2006) comenta em sua obra que o tema do uso racional da água é amplo e envolve grande diversidade de linhas de ação como mudança de hábitos e culturas, bem como aspectos normativos legais e tecnológicos. O autor acrescenta que em um programa de uso racional da água devem ser considerados vários tipos de utilização da água. Devem ainda ser trabalhados, juntamente com um programa de uso racional da água, programas de redução e controle de perdas, reabi-

litação e conservação de mananciais, redução do consumo de energia, coleta e tratamento de esgoto, reuso da água e aproveitamento de água de chuva, e instrumentos de gestão sustentável para contribuir na preservação da humanidade.

Dentre as medidas costumeiramente adotadas para a redução no consumo de água, temos o aproveitamento de água da chuva, o aproveitamento de água cinza, a substituição de aparelhos sanitários por modelos economizadores, o controle de vazamentos e a mudança nos hábitos dos usuários.

A mudança comportamental dos usuários pode ocorrer por alteração na tecnologia, como a inserção de um sensor de presença nas torneiras ou pela mudança de hábito dos usuários, o que, certamente, é mais difícil (PURA-USP, 2006). Em alguns casos, atitudes como utilizar o mictório ao invés do vaso sanitário, podem trazer significativa redução no consumo de água. Essa redução pode ser verificada nas pesquisas de KIPERSTOK (2009) que, ao estudar o comportamento dos usuários dos banheiros de um prédio, encontrou valor superior a 50% dos homens que utilizavam o vaso sanitário apenas para urinar.

Para estimular a mudança comportamental dos usuários dos banheiros, existe hoje uma demanda para adequação das instalações sanitárias das antigas edificações para um menor consumo de água. Estas adequações vão desde reformas na estética do ambiente, proporcionando maior conforto aos usuários, até a escolha de uma alternativa tecnológica mais eficiente e adequada para os aparelhos sanitários.

3.4 Reformas Hidro-Sanitárias em Edificações

O projeto hidro-sanitário é o projeto que define as especificações técnicas e os materiais a serem utilizados nas instalações de água e esgoto, de acordo com as exigências técnicas dos órgãos competentes, visando um sistema funcional que traga conforto aos usuários e o menor prejuízo possível ao meio ambiente (FRAGA, 2005). Sendo assim, a reforma de um sistema hidro-sanitário de uma edificação seria a reforma ou alteração de qualquer item supracitado.

A primeira etapa para qualquer reforma é a elaboração de um diagnóstico. Neste caso, é necessário levantar todas as medidas existentes na edificação em estudo e conferi-las com o projeto original. Recomenda-se que o projeto *as built* (como construído) seja realizado durante, ou logo após, o final da obra. No projeto como construído devem ser apresentadas na forma de desenho técnico todas as informações encontradas sobre a obra, incluindo a atual disposição de todas as tubulações e ele-

mentos estruturais. É importante frisar que este documento facilita a manutenção e futuras intervenções.

Neste trabalho, além de realizado o projeto como construído, foram analisadas alternativas como a troca de aparelhos sanitários, reuso da água e aproveitamento de água da chuva para que sejam verificadas a viabilidade legal, técnica, econômica, operacional, política e social de cada uma destas.

3.5 Água Cinza

GONÇALVES (2006), em sua revisão bibliográfica definiu água cinza como as águas servidas que não possuem contribuição de efluentes de vasos sanitários, ou seja, água residuária proveniente de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinha, máquinas de lavar roupa e tanques.

O esgoto doméstico pode ser separado na fonte em água negra, proveniente da bacia sanitária, e água cinza, representando o esgoto doméstico restante. Água cinza tem sido sugerida como uma fonte alternativa de água para aplicações como a descarga do banheiro e irrigação. Por definição, a água negra deve conter contaminação fecal enquanto a água cinza não. Estudos recentes demonstraram que água cinza familiar contém concentrações significativas de coliformes totais e fecais. A composição da água cinza depende da constituição da família, sendo que o aparecimento de coliformes é significativamente mais elevado em águas onde a família possui crianças (EXALL, 2004).

Apesar de menos contaminadas do que as águas negras, a água cinza pode conter concentrações significativas de agentes patogênicos e compostos orgânicos xenobióticos. O risco de doenças através da utilização de águas servidas pode ser reduzido através do tratamento adequado antes de serem reutilizadas, exigindo cuidadosa operação e manutenção de sistemas de tratamento em pequena escala pelo usuário. O bom funcionamento de tais sistemas pode levar a uma redução significativa no uso de água potável, fornecendo uma fonte alternativa de água para usos domésticos não potáveis. No entanto, a manutenção rigorosa, monitoramento e controle de ligação cruzada devem ser implantadas (EXALL, 2004).

3.6 Aproveitamento da Água de Chuva

O aproveitamento de águas pluviais começa a ser exigido em vários centros urbanos, não só por permitir a redução no consumo de água

potável mas também por reduzir significativamente o escoamento superficial.

A NBR 15527, publicada recentemente pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresenta informações referentes ao aproveitamento da água de chuva, exclusivamente para fins não-potáveis. De acordo com esta norma, água de chuva é a água coletada em coberturas e pisos.

Como em todas as fontes de água, especialmente em zonas urbanas densamente povoadas, as águas pluviais coletadas devem ser monitoradas e medidas de tratamento tomadas para reduzir os riscos de saúde associados com a sua utilização.

3.7 Equipamentos Economizadores de Água

De acordo com o apresentado na obra de TSUTIYA (2006), os equipamentos economizadores de água são aqueles de baixo consumo, como torneiras, chuveiros, bacias sanitárias, mictórios, arejadores, reguladores, restritores de vazão, entre outros que geram redução no consumo de água.

Pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, na NBR 5626 pode-se observar que a economia de água implica na redução do consumo de água e energia a valores mínimos necessários e suficientes para o bom funcionamento da instalação e para satisfação das exigências do usuário.

De acordo com a SABESP, responsável pelo Programa de Uso Racional da Água – PURA, os aparelhos economizadores de água são equipamentos hidráulicos que gastam menos água sem deixar a desejar no conforto e saúde de seus usuários.

Os equipamentos economizadores de água nos sistemas prediais apresentam características específicas de instalação, funcionamento, operação e manutenção. O DTA - Documento Técnico de Apoio nº F2 do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, publicado no ano de 2003, apresenta recomendações na aquisição e manutenção destes equipamentos.

O DTA nº F2 discrimina que para a garantia de desempenho dos equipamentos economizadores de água em relação à obtenção dos índices de consumo de água esperados e ainda a manutenção destes, devemos especificar cada aparelho adequadamente, observando o tipo de uso e o tipo de usuário. A instalação e a utilização correta e a manutenção necessária contribuem para o bom desempenho destes equipamentos.

Os equipamentos economizadores de água podem ser elaborados com sistemas diferentes, todavia com desempenho semelhante. Podemos citar os equipamentos como os de funcionamento hidromecânico e os de funcionamento por sensor como aparelhos adotados com frequência em prédios públicos e *shopping centers*.

3.7.1 Torneiras

Torneiras são dispositivos de controle do fluxo de água que liberam determinada vazão quando acionados. É um sistema composto de partes que não estão necessariamente em uma única peça (BRASIL, 2003). O DTA – nº F2 separa este equipamento em grupos, a saber:

- Dispositivos de comando para torneiras com funcionamento hidromecânico;
- Dispositivos de comando para torneiras com funcionamento por sensor;
- Dispositivos de comando para torneiras com funcionamento por válvula de pé;
- Dispositivos de comando para torneiras com funcionamento por pedal;
- Dispositivos de comando adequados a deficientes físicos com funcionamento hidromecânico;
- Arejadores.

3.7.1.1 Dispositivos de comando para torneiras com funcionamento hidromecânico;

Torneiras com funcionamento hidromecânico são as torneiras que liberam uma vazão de água após acionamento manual e que seu fechamento ocorre após determinado tempo, sem participação do usuário. É um sistema automático e temporizado.

Este dispositivo pode ser instalado na bancada ou na parede (Figura 1), todavia deve ser considerado o tamanho da peça e o ponto onde será lançada a água, para que fique em posição confortável para o usuário, evitando que este acione a torneira várias vezes. Caso seja utilizado um furo existente na bancada para substituir a peça, também deve ser especificado o tamanho mínimo da torneira para que fique em posição adequada. Algumas destas peças possuem sistema anti-vandalismo (Figura 2), confinando parte do equipamento no interior da parede (BRASIL, 2003).



Figura 1- Torneira de bancada com fechamento hidromecânico.



Figura 2- Torneira de parede com fechamento hidromecânico e sistema anti-vandalismo.

Para a instalação deste dispositivo é necessário apenas substituir a torneira antiga pelo modelo novo, economizador.

3.7.1.2 Dispositivos de comando para torneiras com funcionamento por sensor

Os dispositivos de comando para torneiras com funcionamento por sensor (Figura 3 e Figura 4) liberam o fluxo de água assim que percebem a presença do usuário. Além do corpo da torneira, o sistema possui mais três componentes distintos: o sensor de presença, o componente eletrônico de comando e a válvula solenóide. A alimentação de energia pode ser feita aproveitando a rede elétrica do prédio ou ainda por baterias. Caso seja escolhida a rede elétrica local, deve ser providenciada infra-estrutura para o sistema, como a derivação de fios condutores (BRASIL, 2003).



Figura 3- Modelo de torneira de bancada com fechamento por sensor.



Figura 4- Modelo 2 de torneira de bancada com fechamento por sensor.

Quando escolhido o sistema de rede elétrica ao invés de baterias deve-se inserir a fiação nas bancadas dos lavatórios e, portanto, é neces-

sária a quebra dos azulejos. Pode-se também deixar a fiação aparente embaixo dos aparadores.

3.7.1.3 Dispositivos de comando para torneiras com funcionamento por válvula de pé

No caso de dispositivos de comando para torneiras com funcionamento por válvulas de pé, o fluxo de água é liberado após o acionamento de uma válvula localizada no chão, em frente à torneira. Este sistema é utilizado, na maioria das vezes, em restaurantes e hospitais (BRASIL, 2003).

Para este sistema é necessário que se quebre piso e azulejos, pois a tubulação deve chegar até a válvula de acionamento, que fica sob o pé do usuário.

3.7.1.4 Dispositivos de comando para torneiras com funcionamento por pedal

Os dispositivos de comando para torneiras com funcionamento por pedal têm forma de alavanca que, como no item anterior, apresenta-se de frente à torneira propriamente dita (bica). É mais utilizado onde existe tubulação aparente.

3.7.1.5 Dispositivos de comando adequados a deficientes físicos com funcionamento hidromecânico

Os dispositivos de comando adequados a deficientes físicos com funcionamento hidromecânico são semelhantes ao descrito no 3.7.1.1, todavia, no local do botão de acionamento é instalada a haste que funciona com o movimento de braço ou cotovelo.

3.7.1.6 Arejadores

O arejador é um componente instalado na extremidade de uma torneira, munido de peças perfuradas ou telas finas que reduzem o consumo de água. Sua função é misturar ar com a água fazendo com que pareça que o usuário que está utilizando mais água do que na realidade. São recomendados para todas as torneiras, exceto as de limpeza ou as que por algum motivo necessitem de maior vazão (Figura 5 e Figura 6).



Figura 5- Arejador para torneira de lavatório - corpo do arejador que fica na saída de água da torneira.



Figura 6- Arejador para torneira de lavatório - Fluxo de água aerada.

3.7.2 *Bacias Sanitárias*

A bacia sanitária é um aparelho sanitário responsável pela evacuação de excretas humanas, muito embora possam receber eventualmente outras secreções como vômitos. As bacias sanitárias disponíveis são de três tipos: acoplada, integrada e convencional (GONÇALVES, 2006).

A bacia sanitária acoplada é aquela que possui uma caixa reservadora de água encaixada sobre a entrada da bacia. A bacia integrada também utiliza uma caixa, todavia fazem parte de uma única peça, formando um equipamento monolítico. A bacia convencional é fornecida separadamente do dispositivo de descarga e é a mais difundida no Brasil. As bacias sanitárias podem ter seu funcionamento por arraste ou por ação sifônica.

Diversos países tiveram a bacia sanitária como foco de campanhas de redução no consumo de água, como nos Estados Unidos que reduziu em 30% o montante para o abastecimento da população após promulgar uma lei federal que restringia a venda de aparelhos sanitários pouco eficientes. Em outros casos o governo ofereceu subsídio para a população, incentivando a aquisição de bacias sanitárias que exigiam menor vazão de água para seu funcionamento (TSUTIYA, 2006).

Um estudo realizado no Brasil pelo IPT, no ano de 1986, indicou que a vazão de funcionamento das bacias sanitárias variava de 2 a 20 litros por descarga, e por este motivo apontou este equipamento sanitário como o primeiro elemento a ser substituído nas reformas com o objetivo de economia de água (TSUTIYA, 2006).

Os fabricantes de bacias sanitárias desenvolveram novos modelos que, graças a mudanças na concepção de arraste de sólidos e lavagem da louça, atingem valores de 6 L para o seu correto funcionamento. Válvulas de descarga que podem ter sua vazão regulável com mais água para o afastamento de fezes ou com menos água para o afastamento de urina também estão disponíveis no mercado brasileiro.

3.7.3 *Mictórios*

Assim como a bacia sanitária, o mictório é um aparelho sanitário responsável pela evacuação de excretas humanas, todavia, este é utilizado apenas para os dejetos líquidos (GONÇALVES, 2006).

Os mictórios podem se tornar grandes consumidores de água em uma edificação caso sejam selecionadas soluções inadequadas para o dispositivo de acionamento e o mictório propriamente dito (BRASIL, 2003).

Os mictórios podem ser de uso individual ou coletivo. O primeiro deles, o mictório individual, é normalmente fabricado em louça sanitá-

ria, enquanto o coletivo pode ser feito em chapa metálica ou em alvenaria, na forma de calha (GONÇALVES, 2006).

De acordo com GONÇALVES (2006), os dispositivos de acionamento de mictórios são normalmente:

- Registro de pressão: que possui baixo custo de instalação, mas demanda muita água;
- Válvula de descarga geral: instalada para alimentar um ou uma série de mictórios;
- Válvula de descarga específica: para ser usada individualmente entre os mictórios, podendo ser de acionamento hidromecânico ou foto-elétrico;
- Caixa de descarga de funcionamento periódico e automático: instalada para um ou vários mictórios.

É importante que o tipo de dispositivo de acionamento seja escolhido considerando a louça ou a calha, para que ambos trabalhem de forma adequada, evitando consumo desnecessário de água e garantindo a higiene dos aparelhos.

Existem mictórios que não usam água para lavagem, apenas são conectados à rede de esgoto predial (Figura 7 e Figura 8). O equipamento é dotado de um selo hídrico composto de óleo. A urina é mais densa e, portanto, flui através do óleo para o dreno. A peça é esmaltada de forma a não permitir que a urina se acumule nas paredes do aparelho, evitando odores. Existem poucos modelos disponíveis no mercado. O líquido selante deve ser substituído periodicamente (GONÇALVES, 2006).

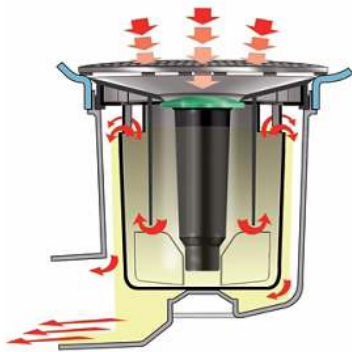


Figura 7- Mictório que dispensa água para lavagem - louça sem entrada de água para lavagem (Modelo Urimat®).



Figura 8- Mictório que dispensa água para lavagem - sistema sifonado com vedação feita por líquido selante (Modelo Urimat®).

4 DESCRIÇÃO E METODOLOGIA

O presente Trabalho de Conclusão de Curso apresenta um diagnóstico de uso da água na edificação do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC e, com base em análises de viabilidade e sugestões do corpo docente, lista medidas de uso racional da água a serem implantadas pelo Departamento.

O projeto foi dividido em etapas, sendo a primeira delas a aquisição de dados referentes ao consumo de água neste prédio. Os dados de consumo já foram fornecidos pela equipe do Programa de Uso Racional da Água da UFSC – PURA.

A segunda etapa é referente ao atual sistema hidro-sanitário do prédio, que precisou ser atualizado, pois não existia um projeto de como as tubulações foram realmente construídas (*as built*).

Em seguida foram analisadas e sugeridas propostas de alterações de melhoria visando a redução do consumo de água com base no projeto atual. Ainda seguindo uma linha de melhorias na edificação, foram discutidas e sugeridas alterações no *layout* e aspectos de acabamento dos banheiros e copa, melhorando as condições de higiene nestes ambientes.

4.1 Área de Estudo

A área de estudo do presente trabalho compreende o prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – ENS da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (Figura 9).



Figura 9- Vista frontal do prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.

A UFSC foi criada em dezembro de 1960, reunindo as Faculdades de Direito, Medicina, Farmácia, Odontologia, Filosofia, Ciências Econômicas, Serviço Social e Escola de Engenharia Industrial. Foi oficialmente instalada em 12 de março de 1962, no bairro Trindade do município de Florianópolis, Santa Catarina (UFSC, 2009).

Em 1978 foi criado o curso de Engenharia Sanitária da UFSC, acompanhado da Coordenadoria de Engenharia Sanitária, vinculada ao Departamento de Engenharia Civil. Em 1986 foi criado o Departamento de Engenharia Sanitária, que desde 1996 alterou sua denominação para Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental que predomina até hoje.

Serão considerados neste trabalho de uso racional da água apenas os banheiros e a copa, pois os laboratórios contam com sistemas hidro-sanitários individuais e com projetos específicos de redução no consumo de água. Um novo prédio está sendo construído para a ampliação do ENS, porém não possui banheiros, apenas laboratórios que utilizarão torneiras contempladas com projeto específico e, portanto, também não será abordado neste estudo.

O ENS está instalado num prédio de quatro andares, denominados pavimento térreo, segundo, terceiro e quarto pavimento, compreendendo área construída de 1500m². Na edificação existem salas de procedimentos laboratoriais, salas de administração dos laboratórios e do curso, salas de professores, banheiros e copa.

No pavimento térreo, encontra-se um banheiro para deficientes físicos que conta com um lavatório e uma bacia sanitária. Ao lado do banheiro para deficientes físicos (Figura 10) há um banheiro feminino (Figura 11), com quatro lavatórios e três bacias sanitárias.



Figura 10- Banheiro para deficientes físicos.



Figura 11- Banheiro feminino.

O segundo pavimento conta com um banheiro masculino munido de quatro lavatórios, quatro bacias sanitárias e sete mictórios (Figura 12).



Figura 12- Vista geral do banheiro masculino do segundo pavimento. O banheiro masculino do quarto pavimento é idêntico a este.

No terceiro pavimento há uma copa que, pelo projeto original, deveria ser mais um banheiro para deficientes físicos (Figura 13 e Figura 14). As alterações necessárias para que o ambiente se tornasse uma copa foram a remoção da bacia sanitária e a inserção de uma pia de cozinha, porém, a válvula de descarga e o apoio para deficientes físicos não foram retirados (Figura 17). No terceiro pavimento existe um banheiro feminino com o mesmo *layout* do pavimento térreo.



Figura 13- Copa do terceiro pavimento. Instalação de água fria utilizada para alimentação da pia.



Figura 14- Elementos do banheiro para deficientes físicos não retirados, a saber: válvula de descarga, apoio e registro.

O quarto pavimento possui um banheiro masculino idêntico ao mencionado no segundo pavimento.

Em todos os banheiros as bacias sanitárias são separadas por divisórias e os lavatórios estão apoiados em cubas de mármore. Existem bebedouros do lado de fora dos banheiros em todos os andares.

O levantamento dos aparelhos sanitários existentes nos banheiros e copa do prédio indicou os valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Levantamento de equipamentos sanitários existentes no prédio ENS.

Equipamento	Quantidade
Torneira de lavatório	16
Torneira de pia	1
Bacia sanitária com válvula de descarga tipo Hidra	14
Mictório com válvula de descarga de registro de pressão	17

A maioria das torneiras possui arejadores que contribuem para a redução no consumo de água, mas algumas estão danificadas ou tiveram o seu arejador retirado.

Ainda com relação ao consumo de água, o Laboratório Integrado do Meio Ambiente – LIMA possui, além de torneiras para uso geral, dois destiladores de água modelo QUIMIS 341-210, que utilizam quantidade representativa de água para resfriar o aparelho e produzir água destilada. A água de resfriamento é encaminhada para o reservatório de água superior do prédio e em seguida distribuída para lavatórios, bacias sanitárias, mictórios e bebedouros.

Atualmente o prédio do ENS não possui nenhum tipo de mecanismo para o diagnóstico e consumo de água. O hidrômetro, que deveria atender apenas o prédio do ENS, atende também o prédio do Departamento de Informática e Estatística – INE, o que dificulta qualquer motivação para melhorias do sistema.

Para monitorar a população do prédio foram utilizadas imagens das câmeras de segurança cedidas pelo Departamento entre os meses de abril e junho de 2010. Com este material foi possível determinar a quantidade de freqüentadores dos banheiros, assim como também das pessoas que entraram no prédio.

4.2 Fluxograma do Consumo de Água

A água chega ao ENS e é direcionada para o reservatório superior apenas com a pressão disponível na rede, sem bombeamento.. Esta água alimenta os aparelhos sanitários do prédio.

Parte da água que alimenta o destilador vira água destilada, enquanto grande parte é utilizada apenas para resfriar o aparelho. De acordo com o fabricante esta água pode ser reutilizada por não perder suas características, sobretudo sua qualidade quanto aos parâmetros de potabilidade. Esta água de resfriamento é direcionada para um reservatório de água inferior que armazena esta água com temperatura elevada e é bombeada por sistema de placas coletoras solares para o reservatório superior.

Toda a água servida do prédio é coletada e direcionada para o sistema de coleta da rede pública de esgoto.

4.3 Projeto do Sistema Hidro-Sanitário Como Construído

Para que sejam possíveis as sugestões de melhorias no atual sistema hidro-sanitário da edificação devemos ter conhecimento do sistema existente. O projeto como construído tem como finalidade apresentar como foram realmente executados os projetos arquitetônico e hidro-sanitário do referido prédio. Para tanto foram consultados projetos originais e levantamentos posteriores.

O projeto hidro-sanitário original de responsabilidade da Divisão de Projetos do Escritório Técnico-Administrativo da UFSC com data de setembro de 2006 apresenta todas as tubulações de água fria e esgoto que deveriam ser executadas.

O levantamento de espaço físico também elaborado pela Divisão de Projetos da UFSC, com data de dezembro de 2007 mostra o *layout* atual do prédio sem as devidas tubulações. Como o *layout* foi alterado, as tubulações também sofreram alterações, mas não foram atualizadas no projeto.

Aliado aos projetos supracitados foi realizado um levantamento das tubulações existentes com o auxílio de trena, paquímetro (Figura 15), registro fotográfico e ferramentas para ter acesso às tubulações nas paredes e forros dos banheiros (Figura 16).



Figura 15- Medição com paquímetro do corpo do registro dos mictórios para verificação da bitola da tubulação



Figura 16- Detalhe das tubulações no forro do banheiro do pavimento térreo.

A compilação dos projetos originais com o levantamento dos dados atuais possibilitou a elaboração do projeto como construído, apresentado na forma de planta baixa dos pavimentos e desenhos isométricos das tubulações de água fria. Estes elementos foram desenhados com o software AutoCAD® juntamente com a plataforma HidroCAD Amanco® para auxiliar no desenho das tubulações.

4.4 Análise de Viabilidade das Alternativas de Redução no Consumo de Água Potável

Antes de decidir quais alternativas devem ser seguidas para a implantação de uso racional da água no ENS deve-se analisar a viabilidade das alternativas de redução do consumo de água potável.

A finalidade deste item é verificar quais medidas de uso racional da água podem ser realmente aplicadas, tendo em vista o investimento financeiro, de tempo e de recursos humanos.

Foram levantadas as possibilidades de implantação de equipamentos economizadores de água; reuso de água cinza; aproveitamento de água da chuva e reaproveitamento da água de resfriamento dos destiladores, com o auxílio da bibliografia adequada.

Este estudo serve de subsídio para elaborar um relatório de análise de viabilidade das alternativas de uso racional da água, definindo quais medidas são adequadas para o presente cenário.

Com base no relatório de viabilidade será apresentada uma proposta de uso racional da água para o corpo docente do ENS, para que possam dar sugestões e assim listar medidas de uso racional da água a serem incorporadas pelo Departamento.

4.4.1 *Implantação de equipamentos economizadores de água*

O desenvolvimento de equipamentos economizadores de água tem sido aceito sem resistências por fabricantes e usuários. É visível a significativa redução na vazão da água sem perder o conforto do usuário, além de como foram desenvolvidos os novos aparelhos sanitários: de forma que fiquem em harmonia com o ambiente, proporcionando maior valor estético para cada elemento. De acordo com a fonte utilizada pela SABESP (2010) para comparação de eficiência dos aparelhos sanitários, a maioria das substituições dos equipamentos convencionais por economizadores gerou redução no consumo de água em pelo menos 50%, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2- Comparação entre diferentes aparelhos sanitários convencionais e economizadores. Apresenta a economia gerada após a substituição dos equipamentos.

Equipamento Convencional	Consumo	Equipamento Economizador	Consumo	Economia
Bacia com caixa acoplada	12 L/desc.	Bacia VDR	6 L/desc.	50%
Bacia com válvula bem regulada	10 L/desc.	Bacia VDR	6 L/desc.	40%
Torneira de pia - até 6 mca	0,23 L/s	Arejador vazão cte (6 L/min)	0,10 L/s	57%
Torneira de pia - 15 a 20 mca	0,42 L/s	Arejador vazão cte (6 L/min)	0,10 L/s	76%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 L/s	Regulador de vazão	0,13 L/s	50%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 L/s	Restritor de vazão	0,10 L/s	62%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 L/s	Restritor de vazão	0,10 L/s	76%
Torneira de jardim - 40 a 50	0,66 L/s	Regulador de vazão	0,33 L/s	50%

Equipamento Convencional	Consumo	Equipamento Economizador	Consumo	Economia
mca				
Mictório	2 L/uso	Válvula automática	1 L/s	50%

Torneira de Pia - abertura 1 volta. O regulador de vazão permite o usuário regular de acordo com sua necessidade

Fonte: Relatório Mensal 3 Projeto de Pesquisa Escola Politécnica / USPx-SABESP - Junho/96 e informações técnicas da ASFAMAS.

Adaptado de SABESP (2010).

Alguns valores de consumo de água de aparelhos convencionais aparecem elevados, como a Torneira de pia - 15 a 20 mca. Este fato pode ser devido a existência de equipamentos sanitários muito antigos.

A escolha dos equipamentos sanitários economizadores de água a serem implantados no Departamento não depende somente da redução no consumo de água, uma vez que critérios de higiene e conforto também são indispensáveis para a tomada de decisão.

A idéia de que o Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental deve ser referência em tecnologias relacionadas a equipamentos economizadores de água, aliado aos fatores supracitados, torna a escolha dos novos aparelhos sanitários subjetiva, uma vez que não depende somente do valor do consumo de água.

O exemplo mais evidente de que o baixo consumo de água pode ser um cenário inadequado é o hábito que os usuários do banheiro masculino têm de não acionar o dispositivo de descarga após a micção. Embora se economize água, a urina impregnada na louça sanitária sem a devida higienização faz com que os banheiros masculinos possuam permanente odor.

A solução mais conveniente para este caso é a modificação da alternativa tecnológica para uma mais adequada devido à grande resistência por parte dos usuários para acionar um sistema do tipo registro de pressão, pois se trata de um elemento sujo.

O Quadro 1 é uma comparação de diferentes formas de acionamento do fluxo de água com as intervenções civis necessárias e os ganhos com as melhorias das condições de higiene.

Acionamento	Preço	Obra Civil	Higiene
Hidromecânico	Médio	Não necessita	O usuário precisa cionar a torneira suja, mas não precisa tocá-la novamente para desli-

Acionamento	Preço	Obra Civil	Higiene
			gar.
Sensor de Presença	Alto	Rede elétrica embutida quebrando o piso, ou rede elétrica aparente	O usuário não tem contato nenhum com o aparelho, sendo teoricamente o mais higiênico
Hidromecânico de Pé	Alto	Quebrar azulejo e piso para inserir tubulação	Somente o calçado do usuário entra em contato com a válvula de acionamento
Pedal	Médio	Quebrar ou parafusar azulejo e piso para inserir tubulação	Igual ao sistema com válvula de pé, mas não atribui valores estéticos

Quadro 1. Comparação de diferentes formas de acionamento do fluxo de água com as intervenções necessárias e os ganhos com higiene. Preços consultados no mercado local. O termo Alto representa produtos com preço maior que o dobro daqueles tidos como preço Médio.

É válido acrescentar que o valor percentual de economia varia em função da pressão do ramal de alimentação e dos hábitos dos usuários, que podem, inclusive, utilizar os aparelhos com maior frequência após a substituição.

Para cada equipamento sanitário foi feita uma abordagem semelhante a este exemplo para definir o aparelho ideal para o tipo de usuário. Vale ressaltar que, por vezes, a alternativa escolhida pode ser mais dispendiosa quando comparada com outra que atenda as mesmas necessidades, pois fatores como inovação tecnológica e estética corroboram para o desejo de o ENS se tornar referência no uso racional da água.

4.4.2 Reuso de água cinza

É vasta a literatura que apresenta o reuso de água cinza como uma alternativa que devesse ser amplamente difundida. A própria UFSC possui esta aplicação no prédio do Centro de Convenções, onde a água dos lavatórios é direcionada para o mictório tipo calha metálica. Algumas invenções como o mictório de louça que possui uma pia integrada também são soluções que prezam pelo reuso de água cinza no afastamento de excretas, deixando a água potável apenas para fins mais nobres.

Uma das dificuldades encontradas no reuso da água cinza está relacionada ao seu armazenamento, pois não é conveniente que fique parada devido à intensificação de odores e proliferação de patógenos.

MANCUSO (2003) aponta que é importante conhecer previamente a real possibilidade de contato do usuário com a água, o que determinará, além dos riscos sanitários, o risco de rejeição desta água por parte destes. Sabendo que o contato dos usuários com a água pode ocorrer de diversas maneiras, que vão desde a ingestão direta até o contato por inalação de aerossóis, devemos considerar também estes fatores no planejamento do reuso de água cinza. O autor ainda discrimina alguns critérios norteadores num programa de reuso de água, a saber:

- *O reuso não deve resultar em riscos sanitários à população;*
- *O reuso não deve causar nenhum tipo de objeção por parte dos usuários;*
- *O reuso não deve acarretar prejuízos ao meio ambiente;*
- *A fonte de água que será submetida a tratamento para posterior reuso deve ser quantitativa e qualitativamente segura;*
- *A qualidade da água deve atender às exigências relativas ao uso a que é destinada.*

Uma avaliação prévia e conceitual das intervenções necessárias para aplicar tal alternativa no ENS apontou que somente os mictórios poderiam receber a água cinza e que, devido à distância entre lavatórios e mictórios, assim como as alturas muito próximas entre estes, fazem com que o investimento para o reuso de água cinza não se justifique.

4.4.3 Aproveitamento de água da chuva

A ABNT traz na NBR 15527 de 2007, que trata sobre o aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis, diversas fórmulas para o dimensionamento de reservatórios, entretanto, estas divergem entre si, pois estão adequadas a realidade dos países para onde foram criadas. Mesmo as de alguns autores brasileiros apresentam dificuldade para a obtenção de resultados próximos.

Para facilitar o dimensionamento de reservatórios e também para planejar o uso de água de chuva tem-se recorrido a programas computacionais que reduzem a possibilidade de inconsistências nos cálculos.

Neste trabalho foi utilizado o programa computacional Netuno, validado no trabalho de mestrado do Eng. Vinicius Luis Rocha, realizado sob orientação do Prof. Eneidr Ghisi (GHISI, 2009).

Os cálculos do Netuno são baseados em dados de precipitação de chuva do local de estudo, considerando no dimensionamento valores de demanda de água potável, número de habitantes, percentual de água a ser substituída e coeficiente de aproveitamento de água de chuva.

A série histórica de precipitação de chuva diária utilizada no Netuno compreende os dados dos anos de 1948 a 1998 para uma estação pluviométrica localizada em Florianópolis, Santa Catarina. Estes valores foram retirados do sistema HIDROWEB, de responsabilidade da Agência Nacional da Água – ANA.

4.4.4 Reaproveitamento da água de resfriamento dos destiladores

O Laboratório Integrado do Meio Ambiente – LIMA abriga e dá suporte a diversos laboratórios do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

O LIMA é provido de diversos equipamentos que tem participação na medição de parâmetros de qualidade da água. Para dar suporte a estas determinações, o LIMA também possui dois destiladores, pois a água destilada é imprescindível para diversos procedimentos laboratoriais.

A Empresa Junior de Engenharia Sanitária e Ambiental – EJESAM, localizada também no ENS, elaborou um projeto para reutilização da água de resfriamento dos destiladores do LIMA. Neste projeto foi dimensionado um reservatório para conter a água de resfriamento do destilador. Também foi aferida a qualidade da água para verificar a possibilidade de reutilização. Naquela oportunidade, de acordo com análises de qualidade da água realizadas no próprio LIMA, a água possuía valores compatíveis com os padrões de potabilidade, portanto, poderia ser redirecionada ao reservatório de água superior, comum aos usos de água deste prédio (EJESAM, 2006). Estes destiladores foram substituídos por questões de manutenção e segurança dos usuários.

Os dois destiladores que hoje são utilizados no LIMA são automáticos e a sua concepção é fazer com que a água a ser destilada seja pré-aquecida antes de entrar na caldeira. Em seguida a água é evaporada e passa por percurso especial para que possa ser purificada para, logo após, entrar na câmara de condensação e sair destilada (QUIMIS, 2010).

Dependendo da qualidade da água que chega ao aparelho, este pode obter água com pureza superior a 5 micro Siemens. O equipamento

possui câmara interna estanhada a fim de proteger tanto a qualidade da água quanto o aparelho.

Por se tratar de água que teoricamente não passou por nenhuma fonte de contaminação, a reutilização da água de resfriamento dos destiladores é uma alternativa para economia de água e não põe em risco a saúde dos usuários.

Para verificar a sua reutilização como viável em quantidade e qualidade foram estipulados valores de vazão de acordo com o manual técnico do equipamento e foram apontadas algumas medidas de controle, como o monitoramento da qualidade da água e a limpeza do reservatório.

A alternativa de aproveitamento de água de resfriamento dos destiladores, juntamente com as anteriores, deve ser suficiente para um grande avanço quanto ao uso racional da água neste prédio. Todavia, deve-se investir também em alterações de ordem estética e de higiene para saúde e conforto dos usuários, conforme será discutido a seguir.

4.5 Proposta de Alterações para Melhores Condições de Higiene nos Banheiros

Para garantir condições de higiene e segurança aos usuários dos banheiros do antigo prédio do ENS, foi proposta uma série de alterações a serem aprovadas pelo corpo docente.

Esta preocupação surge com um breve reconhecimento da área de estudo, que possibilita observar um descaso com as tubulações de água fria e esgoto, higiene nas paredes e divisórias e escolhas não adequadas na posição de janelas e portas.

A Figura 17 e a Figura 18 apresentam as condições dos banheiros do ENS. A primeira (Figura 17) mostra a tubulação de água do bebedouro derivando dos lavatórios do banheiro a partir de uma emenda aparente e não planejada, fora do padrão estabelecido no projeto original. Objetos de limpeza pendurados de forma displicente na tubulação de esgoto, paredes sem a devida manutenção e janelas que tiram a privacidade de quem está utilizando o banheiro também estão evidenciados na Figura 18 e serão objetos de estudo de melhoria deste trabalho.



Figura 17- 1: Saída de água para bebedouro; 2: Objetos pendurados na tubulação de esgoto; 3: Sifão fora de padrão.



Figura 18- 4: Paredes sem a devida manutenção; 5: Janelas que tiram a privacidade dos usuários dos banheiros.

Com o levantamento e as sugestões foi elaborada uma lista de medidas detalhadas de alterações na arquitetura do interior dos banheiros e copa do prédio a serem incorporadas pelo Departamento.

Para esta etapa foram pesquisadas alternativas para a melhoria das condições de higiene e segurança dos sanitários em bibliografia direcionada, como arquitetura de interiores e ainda realizar visitas à prédios com alternativas adequadas. Sugestões foram solicitadas para a Coordenadoria de Planejamento de Recursos de Ocupação Física – CPROF da Secretaria de Planejamento – SEPLAN da UFSC. O cenário foi apresentado para o Núcleo de Espaço Físico – NEF de coordenação do professor Ayrton Portilho Bueno, na figura da bolsista Bruna Maidel, acadêmica do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo- UFSC.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Projeto Como Construído do Sistema Hidro-Sanitário

O projeto como construído do sistema hidro-sanitário do prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC apresentou várias discrepâncias do projeto original. Foram adicionadas novas tubulações na estrutura do prédio que não tiveram seu registro em nenhum projeto hidro-sanitário da edificação. Este fato dificulta a intervenção das tubulações para, por exemplo, implantar um sistema de a-

proveitamento de água da chuva, uma vez que para tanto é necessário separar as tubulações de água que alimentam as bacias sanitárias das que alimentam os lavatórios.

O levantamento de dados *in locu* juntamente com os projetos originais do prédio possibilitou a elaboração de um projeto como construído, formado por planta baixa de todos os pavimentos e por esquemas isométricos representando as tubulações de água fria (ANEXO 1).

5.2 Sugestões Para o Uso Racional da Água

5.2.1 Equipamentos Economizadores de Água

Analisando os equipamentos sanitários disponíveis no mercado e compatibilizando suas características com as necessidades dos usuários, foram encontradas preferências por alguns aparelhos.

Para atender novos padrões de consumo de água faz-se necessária a substituição de diversos aparelhos sanitários por outros mais econômicos e higiênicos. Basicamente, em discussões com o corpo docente, representado pelo atual chefe do Departamento e pelo Núcleo de Espaço Físico – NEF foi constatada a importância de substituir as torneiras dos lavatórios, as válvulas de descarga com suas respectivas bacias sanitárias e a descarga dos mictórios.

Para as torneiras dos lavatórios é recomendado que sejam utilizados os modelos com fechamento hidromecânico ou por sensor de presença. TSUTIYA (2006) apresenta e discute dados obtidos por pesquisas realizadas pela SABESP a partir de 2005 e encontra uma redução no consumo de água significativa no uso de torneiras com fechamento hidromecânico ou foto-elétrica, cerca de 17%. Além da economia de água, é verificado um aumento na frequência de uso dos aparelhos, garantindo também maior higiene entre os usuários.

Para os mictórios existe a possibilidade de manter a louça sanitária e trocar o dispositivo de acionamento por um de acionamento com o pé ou por sensor de presença, o que já garantiria o uso racional e a limpeza do ambiente. Vale ressaltar que, como as válvulas de descarga atuais são do tipo registro de pressão, são raros os usuários que a utilizam. Isto posto, é esperado que o consumo de água aumente com a utilização destes equipamentos economizadores.

As bacias sanitárias, responsáveis pela demanda de grande quantidade de água por uso, devem ser substituídas por modelos mais eficientes que proporcionem o arraste de sólidos e a limpeza da louça com menos quantidade de água. Esse equipamento economizador pode pro-

porcionar 40% de economia de água quando comparado com outro cuja válvula esteja bem regulada.

É necessário também que as válvulas de descarga sejam substituídas por outras com vazão controlada de dois fluxos, preferencialmente em 6L para arraste de sólidos e 3L para afastamento de líquidos. Esta medida deve ser aplicada principalmente nos banheiros femininos, pois os masculinos contam com aparelho específico para micção.

O Departamento possui vários laboratórios e, portanto, grande quantidade de torneiras utilizadas em procedimentos laboratoriais. Estas torneiras podem ser substituídas por modelos de fechamento com um quarto de volta, pois reduzem o desperdício no ato de abrir ou fechar. O Quadro (Quadro 2) a seguir representa o benefício gerado com a substituição de cada aparelho.

Substituição de Aparelho		Benefício
Convencional	Discriminação do Modelo Economizador	
Torneira de banheiro	Com fechamento hidromecânico ou por sensor de presença. Com arejador	Redução no consumo de água, é mais higiênico e é usado com maior frequência do que o convencional
Mictório	Com fechamento hidromecânico ou por sensor de presença	Limpeza correta e frequente da louça, aumentando a higiene
Bacia Sanitária	Louça eficiente e regulador de vazão	Redução no consumo de água e eficiência no arraste
Torneira de Uso Geral	Fechamento com um quarto de volta	Menos tempo para abrir e fechar as torneiras, possibilitando economia de água

Quadro 2- Benefício proporcionado pela substituição de cada aparelho.

Os valores correspondentes à redução do consumo de água devido à substituição dos aparelhos sanitários estão discriminados no item 5.2.4 Estudo de Substituição de Demanda.

Dentre os aparelhos sanitários estudados recomenda-se as seguintes aquisições:

- Torneira de lavatório com fechamento hidromecânico;
- Válvula de descarga de mictório com sensor de presença;

- Válvula de descarga de bacia sanitária com dois fluxos (3 e 6L).

5.2.2 *Aproveitamento de Água da Chuva*

A ampliação do prédio do ENS proporcionará terraço com laje impermeabilizada com revestimento cerâmico, compreendendo área de 495,20 m² (Figura 19). Esta área pode ser utilizada para a captação e posterior aproveitamento de água da chuva. A cobertura do prédio antigo reserva alguns espaços que podem ser utilizados para a locação do reservatório superior de água de chuva.

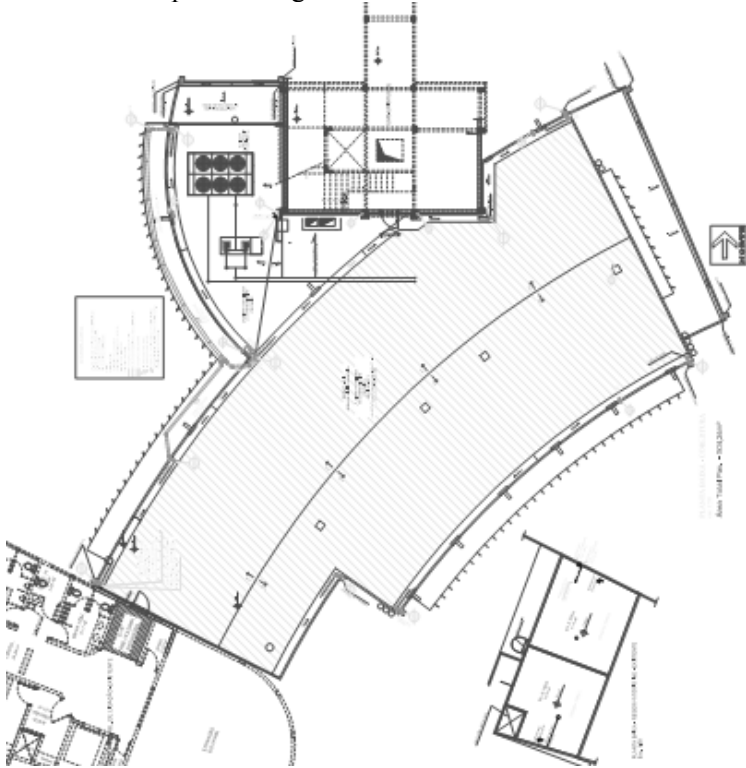


Figura 19. Planta baixa da cobertura, evidenciando a área de captação de água da chuva.

A Figura 20 apresenta um fluxograma simplificado da proposta de composição do abastecimento de água do ENS, indicando a utilização de água dos reservatórios de água do resfriamento dos destiladores e de água pluvial para a alimentação de aparelhos sanitários que não

necessitem de água potável. Vale ressaltar que o reservatório de água potável deve estar sempre localizado em cota topográfica mais elevada que os demais reservatórios para evitar a contaminação cruzada.

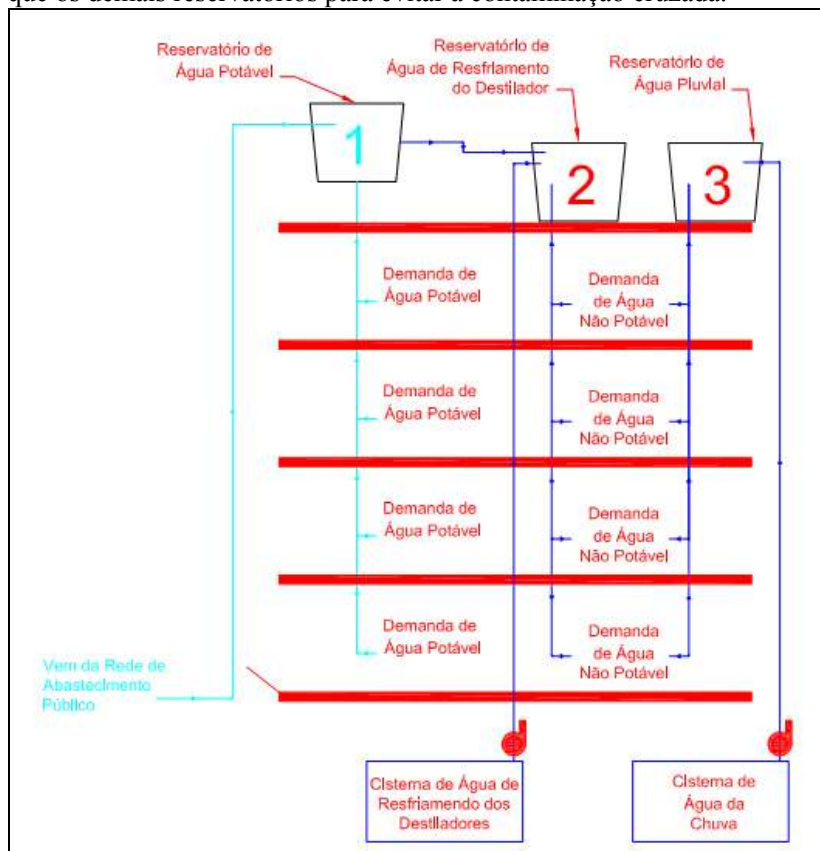


Figura 20. Fluxograma da proposta de composição do abastecimento de água do ENS.

A demanda de água potável adotada como dado de entrada do programa Netuno foi de 15,45L/hab.dia (média de consumo diário de homens e mulheres) para uma população de 294 pessoas, conforme estimativas do ETUSC. A porcentagem de água potável a ser substituída por água pluvial considerada neste estudo foi de 60%. Esta relação é obtida pela fração de água não potável do consumo total que pode ser utilizada na edificação, como será visto no item 5.2.4.

O Netuno utiliza um coeficiente de aproveitamento de água da chuva que está relacionado com a alternativa tecnológica para descarte

da primeira água da chuva, correta impermeabilização do piso, manutenção adequada da tubulação, entre outros fatores que podem deixar o sistema mais eficiente.

Como o detalhamento do sistema de aproveitamento de água de chuva fuge do escopo deste trabalho foi utilizado o valor de 80% de aproveitamento da água captada, contudo, este índice pode ser melhorado com o emprego de alternativas tecnológicas adequadas e controle rigoroso de rendimento do sistema.

Considerando que o reservatório superior de água de chuva corresponde ao volume da demanda diária de água pluvial, foi projetado um reservatório inferior com capacidade de 4.000L, que fará o recalque da água sempre que necessário.

Neste cenário o Netuno aponta para um potencial de economia de água com valor de 35,11%, atendendo a demanda de água de chuva completa ou parcialmente em mais de 98% dos dias do ano. O consumo de água pluvial mensal para este caso é de 136.456 L.

5.2.3 Reaproveitamento de Água dos Destiladores

Com um levantamento realizado pelos funcionários do LIMA nos meses de maio e junho do ano de 2007 para quantificar o consumo de água destilada nas atividades desenvolvidas no laboratório, pôde-se chegar a uma média de 47 litros por dia de funcionamento.

Hoje o LIMA possui grande quantidade de recipientes de armazenamento de água destilada, sendo que estes são completados a medida que a água é utilizada, sem um controle da quantidade real de água produzida por dia. Entretanto, os dois destiladores trabalham por períodos de tempo iguais, das 8h às 16h, com intervalo das 12h às 13h. Os destiladores trabalham direto para suprir a demanda de todos os outros laboratórios do ENS que utilizam a infra-estrutura do LIMA para suas atividades.

O fluxo de água na entrada para este modelo de destilador pode ser regulado de 240 a 480 litros por hora, conforme apresentado no manual técnico do aparelho. De acordo com estimativas dos técnicos do laboratório, cada destilador tem capacidade de produzir cerca de 10L de água destilada por hora.

Sabendo que a média da vazão de entrada no equipamento é de 360L/h e que são produzidos 10L de água no mesmo período, chegamos ao valor de 3% de água destilada produzida sobre o total de água gasto no processo. Os outros 97% até pouco tempo eram descartados na pia, porém hoje são redirecionados para o reservatório de água superior.

Considerando que o tempo de trabalho de cada destilador é de 7h/dia e que são produzidos 10L de água destilada por destilador em cada hora de trabalho, encontramos o valor de 140L de água destilada consumida diariamente no laboratório. A Tabela 3 apresenta os valores diários para o consumo dos destiladores.

Tabela 3. Valores diários para o consumo de água dos destiladores.

Parâmetro	Destilador 1	Destilador 2	Total
Vazão de água destilada	10L/h	10L/h	20L
Tempo de funcionamento diário	7h	7h	-
Volume diário de água destilada	70L	70L	140L
Volume de água consumido	2.520L	2.520L	5.040L
Volume de água reaproveitado	2.450L	2.450L	4.900L

Pela Tabela 3 chegamos a um potencial de reaproveitamento de água da ordem de 4.900L/dia, ou 24.500L/semana.

Já se tentou reaproveitar a água de resfriamento dos destiladores. Embora seja uma alternativa de grande valia no que tange a redução no consumo de água, foram encontrados alguns problemas na sua operação.

Após ser direcionada para o reservatório inferior, a água é bombeada para o reservatório superior, alimentado eletricamente por um sistema de coletores solares, que de acordo com os funcionários do LIMA, apresenta dificuldade para ligar em dias nublados ou de chuva. Isso faz com que grande parte da água continue sendo descartada pelo ladrão do reservatório inferior.

Em conversa com funcionários do LIMA, foi constatado que a lavagem do reservatório inferior é realizada anualmente, todavia haviam recebido a informação de que esta água abasteceria somente as descargas de bacias sanitárias deste prédio, e por este motivo não havia grande preocupação durante a lavagem, inclusive na escolha dos materiais para a limpeza, como vassouras não recomendadas para esta atividade.

Em visita ao reservatório superior, foi verificada a tubulação que leva a água de resfriamento dos destiladores para a cobertura do prédio, no reservatório superior. Sabendo que o barrilete que forma a saída de água do reservatório superior não separa colunas de água específicas para bacias sanitárias ou lavatórios, pode-se afirmar que, na verdade, a água de resfriamento dos destiladores alimenta todos os aparelhos sanitários, inclusive os bebedouros. Este fato põe em risco a saúde dos usuários dos bebedouros do prédio.

5.2.4 *Estudo de Substituição de Demanda*

5.2.4.1 *Sem a Substituição dos Aparelhos Sanitários*

Parte da água utilizada nas instalações hidro-sanitárias não necessitam ser potáveis. É o caso daquela utilizada nos vasos sanitários e mictórios. Uma vez que o prédio em estudo utiliza uma única tubulação para alimentar pias, bebedouros, vasos sanitários e mictórios se faz necessário uma intervenção no encanamento para possibilitar a utilização de água menos nobre para o afastamento de excretas.

O levantamento de usuários dos banheiros deste prédio estimou a quantidade de água necessária para alimentar mictórios e as bacias sanitárias, objetos para o estudo de substituição de demanda de água potável.

Para os cálculos de consumo de água foi considerada uma população de 294 pessoas, de acordo com os projetos de ampliação do prédio fornecidos pelo ETUSC. Embora se tenha o conhecimento de que todo o semestre existe uma alteração na estrutura da comunidade acadêmica deste curso, a Engenharia Sanitária e Ambiental tem a característica de possuir uma população equilibrada entre homens e mulheres. Isto posto considerou-se que tanto a população de homens quanto a de mulheres é de 147 indivíduos.

Para a determinação da vazão dos aparelhos sanitários se recorreu a valores apresentados na obra recente de BOTELHO (2008) que redigiu sobre Estimativa dos Usos Finais de Água Potável na Universidade Federal de Santa Catarina. O autor, com o auxílio de aplicação de questionários e testes de vazão encontrou alguns valores para os hábitos de consumo dos alunos do CTC. Foram consultadas também recomendações de normas técnicas brasileiras e testes realizados nos próprios banheiros do ENS. A Tabela 4 apresenta os valores de consumo de água por sexo e aparelho sanitário.

Tabela 4- Consumo de água por sexo e aparelho sanitário.

Aparelho	Consumo Homens (L/dia)	Tempo de uso (s)	Consumo Mulheres (L/dia)	Tempo de uso (s)
Bacia Sanitária	5,95	4,16	13,00	4,57
Mictório	2,47	3,25	---	---
Torneira	2,85	14,92	5,62	17,94
Bebedouro	0,54	12,90	0,47	12,94
Total	11,81	---	19,09	---

O maior consumo de água, tanto para os banheiros masculinos quanto para os femininos foi observado no uso das bacias sanitárias, seguido das torneiras para ambos os casos (Tabela 4 e Figura 21).

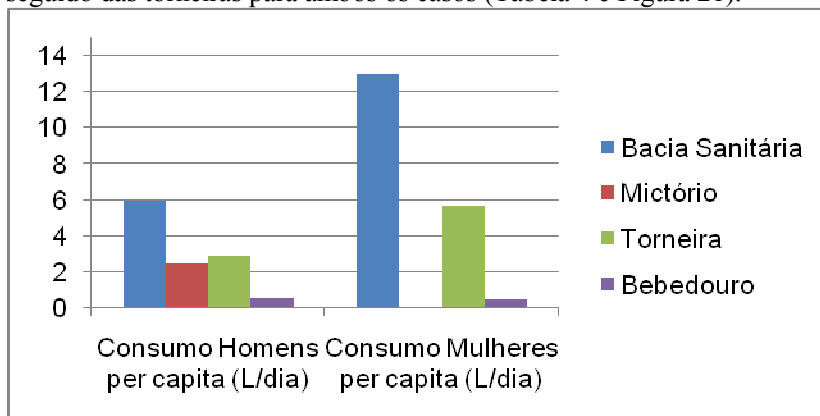


Figura 21- Consumo de água per capita para homens e mulheres.

Considerando que a quantidade de água gasta nos finais de semana não é representativa quando comparada ao dias de segunda a sexta-feira, foi utilizado o valor de cinco dias por semana para a estimativa dos cálculos. Utilizando a população projetada para o fim das obras de ampliação do ENS, caso não exista substituição dos aparelhos sanitários, espera-se ter os seguintes volumes de consumo de água semanais (Tabela 5).

Tabela 5- Estimativa de consumo de água semanal no ENS sem a substituição dos aparelhos sanitários por outros economizadores.

Aparelho	Consumo Total Homens (L)	Consumo Total Mulheres (L)	Total
Bacia Sanitária	4.373,25	9.555,00	13.928,25
Mictório	1.815,45	---	1.815,45
Torneira	2.094,75	4.130,70	6.225,45
Bebedouro	396,90	345,45	742,35
Total	8.680,35	14.031,15	22.711,50

No estudo de substituição de demanda de água, deixamos para a rede de abastecimento público de água potável os volumes de água responsáveis por alimentar lavatórios, bebedouros, a pia da copa e ainda o consumo de água normal dos laboratórios. Sendo assim, os volumes de

água a serem substituídos correspondem à alimentação de bacias sanitárias, mictórios e o excedente para jardinagem. A Tabela 6 mostra a estimativa de substituição de demanda de água caso nenhum aparelho sanitário seja substituído. A Tabela 6 ainda aponta para um consumo de água maior para atividades que não exijam condições de potabilidade da água.

Tabela 6- Valores estimados para substituição de demanda de água sem a troca de equipamentos.

Aparelho	Consumo Total Homens (L/semana)	Consumo Total Mulheres (L/semana)	Total (L/semana)
Bacia Sanitária	4.373,25	9.555,00	13.928,25
Mictório	1.815,45	---	1.815,45
Total de água não potável			15.743,70
Torneira	2.094,75	4.130,70	6.225,45
Bebedouro	396,90	345,45	742,35
Total de água potável			6.967,80

5.2.4.2 Com a Substituição dos Aparelhos Sanitários

Considerando que os aparelhos sanitários serão substituídos por outros economizadores, devemos chegar a valores de consumo de água diferentes. Utilizando os dados da Tabela 7 pode-se estimar o volume necessário para atender as necessidades dos usuários. Quando a vazão não é a fixa estabelecida pelo aparelho, como no caso de válvulas de descarga de mictórios ou bacias sanitárias, foram utilizados os mesmos tempos registrados por BOTELHO (2008).

Tabela 7- Frequência de uso e tempo gasto durante a utilização de equipamentos sanitários, para homens e mulheres.

Aparelho	Homens		Mulheres	
	Frequência de uso por semana	Tempo (s)	Frequência de uso por semana	Tempo (s)
Bacia Sanit.	4,64	Fixo	6,15	Fixo
Mictório	1,88	Fixo	---	Fixo
Torneira	5,99	14,92	9,72	17,94
Bebedouro	10,33	12,90	10,66	12,94

A estimativa de redução no consumo de água para o caso do ENS ficou condizente com os resultados reais de várias atuações da SABESP e PURA-USP, com valores próximos a 50% na redução do consumo de água. A Tabela 8 apresenta uma Estimativa de consumo de água semanal no ENS com a substituição dos aparelhos sanitários por outros economizadores.

Tabela 8- Estimativa de consumo de água semanal no ENS com a substituição dos aparelhos sanitários por outros economizadores.

Aparelho	Consumo Total Homens (L)	Consumo Total Mulheres (L)	Total
Bacia Sanitária	4.092,48	5.424,30	9.516,78
Mictório	276,36	0	276,36
Torneira	1.313,75	2.563,34	3.877,09
Bebedouro	396,9	345,45	742,35
Total	6.079,49	8.333,09	14.412,58

A Tabela 9 mostra a estimativa de substituição de demanda de água caso os aparelhos sanitários sejam trocados por outros modelos economizadores.

Tabela 9- Valores estimados para substituição de demanda de água com a troca de equipamentos.

Aparelho	Consumo Total Homens (L/semana)	Consumo Total Mulheres (L/semana)	Total (L/semana)
Bacia Sanitária	4.092,48	5.424,30	9.516,78
Mictório	276,36	---	276,36
Total de água não potável			9.793,14
Torneira	1.313,75	2.563,34	3.877,09
Bebedouro	396,9	345,45	742,35
Total de água potável			4.619,44

5.2.4.3 Redução no Consumo de Água

Embora os valores utilizados para a estimativa da redução no consumo de água não sejam de ordem experimental, mas de literatura, pode-se ter noção da representatividade dos investimentos em aparelhos sanitários no que se trata de eficiência. A Tabela 10 apresenta o consu-

mo de água esperado levando em consideração a substituição ou não dos aparelhos sanitários.

Tabela 10- Resumo do Estudo de Substituição de Demanda com e sem a substituição dos aparelhos sanitários por modelos economizadores

Consumo	Sem Substituição (L/semana)	Com Substituição (L/semana)	Redução (%)
Água não potável	15.743,70	9.793,14	37,79
Água potável	6.967,80	4.619,44	33,70
Total	22.711,50	14.412,58	36,54

A redução esperada no consumo de água com a substituição dos aparelhos sanitários é de 36,54%. Pelos cálculos o potencial de substituição de demanda de água é de 9.793 L/semana que deve ser manobrado entre a água o aproveitamento de água da chuva ou pelo reaproveitamento da água dos destiladores.

5.2.5 Cenários Para a Composição de Consumo de Água

Diversas ações podem ser tomadas para contribuir para o uso racional da água, todavia, estas ações não devem ser consideradas separadamente, mas sim em sinergia, potencializando a economia de água e a satisfação dos usuários. Isto posto, foram encontrados alguns cenários possíveis para a composição do consumo de água do ENS.

- Cenário 1: Utilização de equipamentos economizadores de água;
- Cenário 2: Utilização de equipamentos economizadores de água e aproveitamento da água de resfriamento dos destiladores;
- Cenário 3: Utilização de equipamentos economizadores de água e aproveitamento de água da chuva;
- Cenário 4: Utilização de equipamentos economizadores, aproveitamento da água de resfriamento dos destiladores e aproveitamento de água da chuva;
- Cenário 5: Continuar como está.

A Tabela 11 apresenta um resumo dos valores de demanda e disponibilidade de água não potável para cada cenário descrito.

Tabela 11. Composição dos cenários de abastecimento de água para fins não potáveis.

Cenário	Demanda de Água não potável L/semana	Disponibilidade de água não potável L/semana	Saldo de água não potável L/semana
Cenário 1	9.793,14	0,00	-9.793,14
Cenário 2	9.793,14	24.500,00	14.706,86
Cenário 3	9.793,14	34.114,00	24.320,86
Cenário 4	9.793,14	58.614,00	48820,86
Cenário 5	15.743,70	0,00	-15.743,70

Com os dados apresentados pode-se afirmar que os cenários 2, 3 e 4 comportam com folga a demanda de água para fins não potáveis, sendo que a implantação de somente um sistema, como o de aproveitamento de água dos destiladores, já seria o suficiente para contribuir com o uso racional da água.

Tendo em vista que já existe uma motivação dos funcionários do prédio para que melhorias sejam realizadas as intervenções referentes à substituição de equipamentos economizadores de água tende a agradar a maioria dos usuários. O aproveitamento da água de resfriamento dos destiladores já é feito, todavia devemos ter mais cuidados na sua gestão para garantir que não se contamine. O aproveitamento da água da chuva é bem aceito na maioria dos casos em que é empregado, todavia o ENS ainda não possui este tipo de sistema, devendo, portanto ser feito um investimento para essas instalações.

É fato de que é imprescindível a aquisição de equipamentos economizadores de água, restando saber que alternativa poderia compor o abastecimento de água deste prédio. Com relação aos benefícios gerados podemos afirmar que o cenário 4 é o que abrange mais diversificação e que é capaz de oferecer água de qualidade para os usos ao qual for submetida. Vale ressaltar que o Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental deveria ter todos os sistemas de substituição de demanda de água potável até para que a comunidade acadêmica tenha um sistema real em funcionamento para contribuir com a formação profissional.

5.3 Operação do Sistema Hidro-Sanitário

5.3.1 Sistema de Abastecimento de Água Potável

O reservatório de água potável deve ficar em posição superior ao reservatório de água da chuva para evitar contaminação cruzada. Este reservatório deve ser limpo semestralmente. A tubulação de combate a

incêndio deve ser utilizada para esvaziar os reservatórios e desta forma também garantir a manutenção do sistema hidro-preventivo de incêndio.

5.3.2 *Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva*

É imprescindível que seja realizada a limpeza de todo o sistema de aproveitamento de água de chuva, evitando a deposição de materiais sedimentáveis e a depuração da qualidade da água devido a sujeira. O telhado e as caixas de passagem devem ser inspecionados e limpos sempre que necessário. O reservatório deve ser limpo semestralmente.

A identificação visual da tubulação e a informação para os usuários da existência de um sistema de suprimento de água paralelo ao da rede pública evita incidentes como o de usuários consumirem, por engano, água da chuva.

5.3.3 *Sistema de Reaproveitamento de Água de Resfriamento dos Destiladores*

Devem ser verificados os padrões de qualidade da água no reservatório de água inferior de forma freqüente. O reservatório deve ser limpo de forma idêntica ao reservatório de abastecimento de água para consumo humano. Dependendo da segurança empregada no sistema de transporte de água dos destiladores para o reservatório a água pode ser encaminhada para o reservatório de abastecimento de água potável, ou para o de não potável. Todas as recomendações discriminadas para o sistema de aproveitamento de água de chuva são cabíveis neste item.

5.4 *Sugestões para Melhores Condições de Higiene e Layout*

Baseado nas discussões com o Núcleo de Espaço Físico – NEF, professores do ENS e demais observações importantes, foram listadas algumas melhorias que trariam benefícios nas condições de higiene e estética dos sanitários.

5.4.1 *Divisórias Sanitárias*

As divisórias aplicadas em banheiros têm a finalidade de separar o espaço de modo a individualizar o uso dos sanitários e mictórios. A problemática neste caso é basicamente o vandalismo no caso das bacias sanitárias, e a inexistência entre os mictórios (Figura 12 e Figura 17).

Para as divisórias entre as bacias sanitárias recomenda-se um material de fácil limpeza e que evite o vandalismo. Dentre as possibilidades existe a cerâmica retificada que pode ser aplicada diretamente na placa de concreto existente. A especificação retificada foi apontada para reduzir o tamanho de rejunte, de forma a facilitar a limpeza e dificultar ações de vandalismo.

Outra possibilidade é a utilização de placas de vidro que cubram toda a superfície da divisória de concreto existente, com a fixação feita por parafusos. Aproveitando a versatilidade do vidro foi pensada a inserção de imagens que remetessem ao curso de Engenharia Sanitária e Ambiental plotadas na face interna do vidro, como fotos de obras de saneamento e esquemas ilustrando equações, etc. (Figura 22).



Figura 22- Proposta de recobrimento das divisórias de concreto das bacias sanitárias com vidro e imagem.

Para os mictórios é sugerido que sejam providenciadas divisórias entre estes aparelhos sanitários, uma vez que contribuem para a sua utilização, pois garantem maiores condições de higiene e privacidade dos usuários. O material para estas divisórias deve ser preferencialmente de pedra igual à bancada dos lavatórios (Figura 23).



Figura 23- Proposta de utilização de divisórias entre os mictórios

5.4.2 *Paginação de Paredes e Pisos*

Algumas sugestões de alterações em aparelhos sanitários implicam em intervenções nas tubulações e conseqüentemente no piso e azulejos. A disposição atual dos azulejos e do piso não agrega valor estético ao banheiro. Em conversa com o NEP foi sugerida a readequação do ambiente com a composição de lajota cerâmica com cores e texturas diferentes do atual apenas onde for necessário quebrar o piso e azulejo.

Caso a decisão seja alterar todo o piso e azulejos se sugere a cerâmica do tipo retificada, de tamanho maior do que o existente, pois deixam o ambiente mais limpo e agradável.

5.4.3 *Outras Sugestões Estéticas e Funcionais*

Algumas sugestões de ordem estética ou funcional também foram apontadas neste trabalho. Para evitar que os materiais de limpeza sejam deixados em locais inapropriados sugere-se a construção de armários em harmonia com o restante do banheiro e de uma área de serviço na cobertura do prédio existente, uma vez que atualmente os lavatórios são utilizados como tanques pelos funcionários responsáveis pela limpeza do Departamento.

A aquisição de espelhos maiores que acompanhem a bancada dos lavatórios até as extremidades das paredes contribuem para deixar o ambiente mais agradável, amplo e funcional.

Recomenda-se que aparadores em cima dos mictórios e lavatórios para que os objetos pessoais possam ser deixados durante a utilização do banheiro.

A substituição de alguns elementos como papeleiras e saboneteiras devem ser considerados na reforma do ambiente, pois os atuais estão deteriorados.

Para facilitar a limpeza da porta de entrada dos banheiros recomenda-se que a maçaneta seja substituída por puxador vertical de metal, para que possa ser frequentemente limpo com álcool.

A copa deve ser totalmente reformada, uma vez que apresenta vários indícios de que ali já fora um banheiro. No que tange à redução no consumo de água pode ser inserida uma torneira com abertura de um quarto de volta suprida de equipamento arejador.

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Com a apresentação das melhorias referentes ao uso racional da água e melhores condições de higiene na forma de Trabalho de Conclusão de Curso ao corpo docente do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, pretende-se que as melhores sugestões sejam acatadas e mantidas, contribuindo para a redução no consumo de água do prédio.

As alternativas de aproveitamento de água de chuva e reaproveitamento de água de resfriamento dos destiladores apresentaram valores positivos para o estudo de substituição de demanda, o que juntamente com a troca dos aparelhos sanitários antigos por outros economizadores corrobora para o uso racional da água e bons hábitos por parte dos usuários dos banheiros.

Embora sejam alternativas viáveis, o cuidado de impedir qualquer possibilidade de contaminação cruzada ou consumo de água não potável é extremamente importante, visto que toda a concepção de um sistema hidro-sanitário de uma edificação deve ser focada, sobretudo, na garantia de condições de saúde dos usuários.

Além da substituição das alternativas tecnológicas empregadas nos aparelhos sanitários, é incontestável que fatores relacionados a arquitetura de interiores influenciam no comportamento dos usuários. Isto posto, a substituição dos equipamentos sanitários, caso seja realizada, deve ser acompanhada das sugestões de melhoria estética destes ambientes.

Considerando que o Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC tem a função de formar futuros profissionais que serão responsáveis por diversos projetos de uso racional da água, a implantação de sistemas de substituição de demanda neste prédio deve ser pensada, pelo menos, para fins didáticos, contribuindo para a prática da formação acadêmica escolhida por estes estudantes.

Recomenda-se que para novos estudos semelhantes seja realizado um diagnóstico de consumo de água mais apurado, se possível, inserindo hidrômetros em pontos estratégicos para a aferição de valores reais e representativos.

Caso obtenha-se êxito nas mudanças feitas, sugere-se que as boas práticas sejam replicadas no restante da Universidade Federal de Santa Catarina, fazendo com que esta instituição também se torne um exemplo de uso racional da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527 – Água de chuva – **Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis** – requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626. **Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro.** 41p l

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA – Documento Técnico de Apoio nº F2. **Produtos Economizadores nos Sistemas Prediais**, 2003.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/multirio/cime/CE09/CE09_012.html

EXALL, Kirsten. **A Review of Water Reuse and Recycling, with Reference to Canadian Practice and Potential: 2. Applications.** Water Qual. Res. J. Canada, 2004. Volume 39, No. 1, 13-28

FRAGA, R. A Festa da Cumeeira. Um Guia Prático da Construção Para Leigos. Florianópolis, 2005. 140p

GONÇALVES, R. F (Coord.). Consumo de Água. **Uso Racional da Água em Edificações.** Rio de Janeiro; ABES, 2006.

MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. F. **Reúso da Água.** Barueri, SP: Manoele, 2003.

SABESP. Governo de São Paulo. **Programa de Uso Racional da Água.** Disponível em: <http://www2.sabesp.com.br/solucoesambientais/produtos/pura/pura.asp>
Acesso em 30 agosto 2009.

STATE OF CALIFORNIA. California health laws related to recycled water. California Department of Health, Sacramento, California. 2001

<http://www.dhs.ca.gov/ps/ddwem/publications/waterrecycling/waterrecyclingindex.htm>. *apud* EXALL, Kirsten. **A Review of Water Reuse and Recycling, with Reference to Canadian Practice and Potential: 2.**

Applications. Water Qual. Res. J. Canada, 2004. Volume 39, No. 1, 13-28

TSUTIYA, M. T. T. **Abastecimento de Água.** Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 3ª edição. 643p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia. Ciência e Aplicação.** Porto Alegre: Editora da Universidade. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: ABRH, 1997.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Exposição UFSC 45 anos. Contém informações sobre o histórico da UFSC. Disponível em: <http://www.ufsc.br/paginas/historico.php>. Acesso em 11 fevereiro 2009.

PURA-USP. Programa de Uso Racional da Água – Universidade de São Paulo. **Implementação e Resultados.** 2006. Apresentação. Disponível em: <http://www.pura.poli.usp.br/download.htm> Acesso em 06 junho 2010.

KIPERSTOK, A. Uso Racional da Água em Sanitários Públicos. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife. 2009.

EJESAM – Empresa Junior de Engenharia Sanitária e Ambiental. Sistema de Reutilização de Água de Resfriamento do Destilador do Laboratório Integrado do Meio Ambiente. Florianópolis, 2006.

QUIMIS. **Manual Técnico de Aparelho Destilador de Água Modelo Q-341-210.** 2010.

7 ANEXOS

ANEXO 1. Projeto como construído do prédio do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC

