

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**ESTUDO DA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS
LOCALIZADOS NO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

Solange da Silva Nunes

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Campinas,SP

2000

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

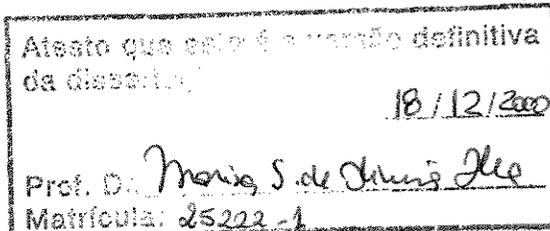
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

ESTUDO DA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS
LOCALIZADOS NO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Solange da Silva Nunes

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marina S. Oliveira Ilha

Dissertação de mestrado apresentada à Comissão de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na Área de Concentração em Edificações.



Campinas, SP
2000

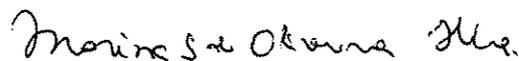
800 0 1000

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

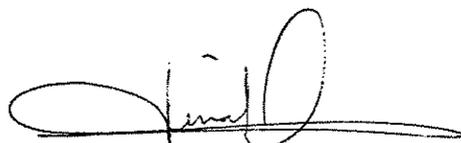
**ESTUDO DA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS
LOCALIZADOS NO CAMPUS DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

Solange da Silva Nunes

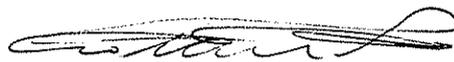
Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



**Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha
Presidente e orientadora/ UNICAMP**



**Prof. Dr. Simar Vieira de Amorim
DECiv/UFSCar**



**Prof. Dr. Evaldo Miranda Coiado
FEC/UNICAMP**

Campinas, 16 de Agosto de 2000.

| | |
|--------------|-------------------------------------|
| UNIDADE | BC |
| N.º CHAMADA: | UNICAMP |
| | N922e |
| V. | Ex. |
| TOMBO BC/ | 43736 |
| PROC. | 16-392107 |
| C | <input type="checkbox"/> |
| D | <input checked="" type="checkbox"/> |
| PREC. | R\$ 44,00 |
| DATA | 13/02/07 |
| N.º CPD | |



CM-00153271-3

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

| | |
|-------|---|
| N922e | <p>Nunes, Solange da Silva</p> <p>Estudo da conservação de água em edifícios localizados no campus da Universidade Estadual de Campinas / Solange da Silva Nunes.--Campinas, SP: [s.n.], 2000.</p> <p>Orientadora: Marina S. Oliveira Ilha</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.</p> <p>1. Água - Conservação. 2. Instalações hidráulicas e sanitárias - Manutenção e reparos. 3. Edifícios - Engenharia ambiental. I. Ilha, Marina S. Oliveira. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. III. Título.</p> |
|-------|---|

Dedicatória

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SECÇÃO CIRCULANTE

A meus pais, José Carlos e Graça,
irmãos, Airton, Cláudia e Beth, dedico.

À Roni Boni,
pelo carinho e incentivo constante,
ofereço.

Agradecimentos

A Deus, que me iluminou em todos os momentos e tornou possível a obtenção deste título, que representa mais uma etapa muito importante em minha vida.

A Profa. Dra. Marina Ilha, pela brilhante orientação, sugestões, dedicação, paciência e muito empenho demonstrados durante a elaboração deste trabalho.

A Roni Boni, pela agradável convivência, pelo carinho, companheirismo, apoio e incentivo constante em todos os momentos.

A Prefeitura do *campus* da Cidade Universitária "Zeferino Vaz" - UNICAMP- nas pessoas do prefeito Prof. Dr. Orlando Fontes Júnior e do vice prefeito Prof. Luíz Carlos de Almeida.

Aos estagiários do Projeto Água (Luciana, Isabel, Leticia, Marcus, Átila, Eduardo e Rodrigo) pela colaboração na coleta de dados e pelo agradável convívio.

Ao Escritório Técnico de Obras (ESTEC) da UNICAMP, na pessoa do Eng. Vicente, pelo suporte dado à pesquisa.

Ao Laboratório de Hidráulica da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP pela disponibilização do medidor para realização do estudo piloto.

Aos colegas do Departamento de Urbanismo e Meio Ambiente (DUMA) da UNICAMP, pela motivação e convívio durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos Osvaldo, Luciana, Geraldo e Ítalo pela convivência, amizade e troca de informações.

A todos amigos da Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP, pelo agradável convívio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico– CNPq, pela bolsa de estudo concedida durante o mestrado.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo suporte financeiro concedido ao projeto de infra-estrutura de conservação de água na UNICAMP.

Ao tios Vitória, Coriolano, Lila e Thompson pelo apoio e incentivo constantes para a realização do mestrado.

A todos, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

*“ A água é o sangue da terra,
instituível.
Nada é mais suave e,
no entanto,
nada a ela resiste.”*

Filósofo chinês, século IV a. C.

Sumário

| | |
|---|-----------|
| LISTA DE TABELAS | xxi |
| LISTA DE FIGURAS | xxv |
| LISTA DE ABREVIATURAS | xxxiii |
| RESUMO | xxxvii |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 Considerações Iniciais | 1 |
| 1.2 Estrutura do Trabalho | 5 |
| 2 OBJETIVOS | 7 |
| 2.1 Objetivo Geral | 7 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 7 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 9 |
| 3.1 Aspectos Gerais da Conservação de Água em Edifícios | 9 |
| 3.2 Vazamentos em Sistemas Prediais em Água Fria | 18 |
| 3.3 Equipamentos Economizadores de Água | 20 |
| 3.4 Implantação de PURAs em Países Estrangeiros | 29 |
| 3.5 Implantação de PURAs no Brasil | 40 |
| 3.6 Metodologia para a Implantação de PURAs | 43 |
| 4 METODOLOGIA | 49 |
| 4.1 Análise Descritiva dos Edifícios | 49 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2 Investigação de Campo | 50 |
| 4.2.1 Levantamento da População dos Edifícios | 52 |
| 4.2.2 Levantamento dos Pontos de Consumo de Água | 52 |
| 4.2.3. Implantação de Micromedição e Avaliação do Consumo de Água | 53 |
| 4.2.3.1 Medição Eletrônica..... | 54 |
| 4.2.3.2 Medição por Ultra-som (Estudo Piloto)..... | 56 |
| 4.2.4 Detecção e Conserto de Vazamentos | 59 |
| 4.2.5 Substituição de Torneiras Tradicionais por Economizadoras de Água | 61 |
| 4.2.6 Elaboração e Aplicação do Questionário para Avaliação das Torneiras Economizadoras | 63 |
| 5 RESULTADOS E ANÁLISES | 65 |
| 5.1 Análise Descritiva dos Edifícios Seleccionados | 65 |
| 5.2 Detecção de Vazamentos | 66 |
| 5.3 Avaliação do Consumo de Água nos Edifícios Seleccionados | 70 |
| 5.3.1 Considerações Iniciais | 70 |
| 5.3.2 Faculdade de Engenharia Civil - FEC | 71 |
| 5.3.3 Reitoria I | 76 |
| 5.3.4 Reitoria II | 80 |
| 5.3.5 Reitoria III | 84 |
| 5.3.6 Reitoria IV | 88 |
| 5.3.7 Reitoria V | 92 |
| 5.3.8 Diretoria Acadêmica - DAC | 96 |
| 5.3.9 Faculdade de Engenharia de Alimentos - FEA | 101 |
| 5.4 Questionário | 105 |
| 5.4.1 Avaliação das Torneiras Economizadoras de Lavatório | 105 |
| 5.4.2 Avaliação das Torneiras Economizadoras de Mictório | 109 |

| | |
|--|------------|
| 5.5 Comentários Gerais | 111 |
| 6 CONCLUSÕES | 115 |
| ANEXOS | 117 |
| Anexo 1 - Testes Expeditos e Especiais para Detecção de Vazamentos | 119 |
| Anexo 2 - Mapa com a localização dos edifícios no campus da UNICAMP | 125 |
| Anexo 3 - Planta baixa dos prédios da Faculdade de Engenharia Civil e Reitoria I | 127 |
| Anexo 4 - Tabela de levantamento dos pontos de consumo | 129 |
| Anexo 5 - Mapa do posicionamento dos hidrômetros no campus | 131 |
| Anexo 6 - Questionário | 133 |
| Anexo 7 - Sugestões dos Usuários Entrevistados | 135 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 137 |
| BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA | 143 |
| Abstract | 145 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 3.1 - Características principais dos níveis de ações do gerenciamento da oferta | 11 |
| Tabela 3.2 - Consumo mensal estimado (m ³ /mês) | 26 |
| Tabela 3.3 - Estudos relacionados com a implantação de PURAs em edifícios institucionais e/ou comerciais | 29 |
| Tabela 3.4 - Redução do volume de água consumido num conjunto de apartamentos com a substituição de equipamentos convencionais | 33 |
| Tabela 3.5 - Consumo de água numa escola | 34 |
| Tabela 5.1 - Análise Descritiva dos Edifícios selecionados | 66 |
| Tabela 5.2 - Número de Vazamentos por tipo de ponto de consumo para cada edifício analisado..... | 68 |
| Tabela 5.3 - Porcentagem de Vazamentos por ponto de consumo para todos os edifícios analisados..... | 69 |

| | |
|---|-----|
| Tabela 5.4 - Número de usuários entrevistados em cada Unidade | 105 |
| Tabela 5.5 - Estimativa do consumo mensal antes das intervenções | 113 |
| Tabela 5.6 - <i>Payback</i> atualizado com a implantação do programa de conservação de água ... | 113 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 3.1 - Distribuição do consumo de água na RMSP | 21 |
| Figura 3.2 - Arejador | 24 |
| Figura 3.3 - Mictório tipo calha | 25 |
| Figura 3.4 - Instalação de torneiras de lavatório e mictório | 27 |
| Figura 3.5 - Princípio de funcionamento de torneiras hidromecânicas | 27 |
| Figura 3.6 - Registro regulador de vazão | 28 |
| Figura 4.1 - Etapas do projeto de conservação de água da UNICAMP | 51 |
| Figura 4.2 - Medidor eletrônico | 55 |
| Figura 4.3 - Tela principal do programa de gerenciamento de dados | 55 |
| Figura 4.4 - Medição por ultra-som - Sistema de aquisição | 57 |

| | |
|---|----|
| Figura 4.5 - Medição por ultra-som - conexão de sensores | 58 |
| Figura 4.6 - Linha tracejada no interior da bacia sanitária | 60 |
| Figura 4.7 - Bacia sanitária com vazamentos em filete | 60 |
| Figura 4.8 a) - Torneira de lavatório | 62 |
| Figura 4.8 b) - Regulador de vazão | 62 |
| Figura 4.8 c) - Torneira de mictório | 62 |
| Figura 5.1 - Situação geral dos pontos de consumo dos edifícios analisados | 67 |
| Figura 5.2 - Esquema da ligação do extravasor no sistema de águas pluviais | 72 |
| Figura 5.3 - Detalhe da ligação do sistema de extravasão | 73 |
| Figura 5.4 - Detalhe da modificação do sistema de extravasão | 73 |
| Figura 5.5 - Gráfico de vazão antes das intervenções - FEC | 74 |
| Figura 5.6 - Gráfico de vazão após o conserto dos vazamentos - FEC | 75 |
| Figura 5.7 - Consumo médio diário após o conserto dos vazamentos - Reitoria I | 77 |
| Figura 5.8 - Consumo médio diário após a realização das intervenções - Reitoria I | 78 |

| | |
|--|----|
| Figura 5.9 - Perfil de consumo dos dias úteis - Reitoria I | 79 |
| Figura 5.10 - Consumo médio diário após o conserto dos vazamentos - Reitoria II | 81 |
| Figura 5.11 - Consumo médio diário após a realização das intervenções - Reitoria II | 82 |
| Figura 5.12 - Perfil de consumo dos dias úteis - Reitoria II | 83 |
| Figura 5.13 - Consumo médio diário após o conserto dos vazamentos - Reitoria III | 85 |
| Figura 5.14 - Consumo médio diário após a realização das intervenções - Reitoria III | 86 |
| Figura 5.15 - Perfil de consumo dos dias úteis - Reitoria III | 87 |
| Figura 5.16 - Consumo médio diário após o conserto dos vazamentos - Reitoria IV | 89 |
| Figura 5.17 - Consumo médio diário após a realização das intervenções - Reitoria IV | 90 |
| Figura 5.18 - Perfil de consumo dos dias úteis - Reitoria IV | 91 |
| Figura 5.19 - Consumo médio diário após o conserto dos vazamentos - Reitoria V | 93 |
| Figura 5.20 - Consumo médio diário após a realização das intervenções - Reitoria V | 94 |
| Figura 5.21 - Perfil de consumo dos dias úteis - Reitoria V | 95 |
| Figura 5.22 - Consumo médio diário antes das intervenções - DAC | 97 |

| | |
|--|-----|
| Figura 5.23 - Consumo médio diário após conserto dos vazamentos e substituição das torneiras de mictório - DAC | 98 |
| Figura 5.24 - Consumo médio diário após a realização das intervenções - DAC | 99 |
| Figura 5.25 - Perfil de consumo dos dias úteis - DAC | 100 |
| Figura 5.26 - Consumo médio diário antes das intervenções - FEA (12 edifícios) | 102 |
| Figura 5.27 - Consumo médio diário após conserto dos vazamentos - FEA (12 Edifícios) | 103 |
| Figura 5.28 - Consumo médio diário após a realização das intervenções - FEA (12 Edifícios) | 104 |
| Figura 5.29 - Avaliação das torneiras economizadoras de lavatório - desempenho | 106 |
| Figura 5.30 - Avaliação das torneiras economizadoras de lavatório - vazão | 107 |
| Figura 5.31 - Avaliação das torneiras economizadoras de lavatório - tempo de abertura | 108 |
| Figura 5.32 - Avaliação das torneiras economizadoras de mictório - desempenho | 110 |

Lista de Abreviaturas

| | | |
|---------|---|---|
| ABNT | : | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ADM | : | Administração |
| CEAGESP | : | Companhia de Entrepostos e Armazenamentos Gerais do Estado de São Paulo |
| CNCS | : | Ciências dos Alimentos |
| DAC | : | Diretoria Acadêmica |
| EA | : | Engenharia dos Alimentos |
| FEA | : | Faculdade de Engenharia de Alimentos |
| FEC | : | Faculdade de Engenharia Civil |

| | | |
|----------------|---|--|
| IPT | : | Instituto de Pesquisas Tecnológicas |
| MPO | : | Ministério do Planejamento e Orçamento |
| NBR | : | Norma Técnica Brasileira |
| OLEO | : | Laboratório de Óleos e Gorduras |
| PBQP | : | Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade |
| PESQ | : | Centro Tecnológico de Pesquisa e Extrusão |
| PNCDA | : | Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água |
| PSQ | : | Programa Setorial da Qualidade |
| PURA | : | Programa de Uso Racional da Água |
| SABESP | : | Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo |
| SEPURB | : | Secretaria de Política Urbana |
| USP | : | Universidade de São Paulo |
| UNICAMP | : | Universidade Estadual de Campinas |
| TECAL | : | Tecnologia de Alimentos |

Resumo

Nunes, Solange da Silva. Estudo da Conservação de Água em Edifícios Localizados no Campus da Universidade Estadual de Campinas. Campinas - SP, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

A manutenção dos sistemas prediais em edifícios institucionais é centralizada e composta por um pequeno número de pessoas. Nessa tipologia de edifício, os usuários não estão normalmente preocupados com o consumo de água, uma vez que eles não são diretamente responsáveis pelo pagamento desse insumo. Isto provoca uma situação generalizada de vazamentos e desperdícios de água. O presente trabalho consiste na análise dos aspectos relacionados com a conservação de água em dezenove edifícios localizados na Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, a qual possui uma população diária de 30.000 pessoas e cerca de 250 edifícios. O estudo contemplou o monitoramento do consumo de água, bem como, a detecção e reparos de vazamentos, substituição de torneiras convencionais de mictórios e lavatórios por torneiras economizadoras e aplicação de questionários para avaliar os hábitos e opinião dos usuários no que se refere ao desempenho e aceitação dos componentes economizadores. A metodologia utilizada para atingir os objetivos estabelecidos foi satisfatória, podendo ser empregada em grande número de edifícios com facilidade. Os resultados indicaram uma redução significativa do consumo de água em todas as unidades estudadas, sendo a maior porcentagem advinda do conserto dos vazamentos.

Palavras Chave: Conservação de água; Detecção de Vazamentos; Sistemas Prediais.

1 Introdução

1.1 Considerações Iniciais

O esgotamento dos recursos naturais e a poluição ambiental deixaram de ser preocupação apenas de cientistas e técnicos, passando a fazer parte do nosso cotidiano. Embora aparentemente abundante, a água, elemento vital da sociedade e da biodiversidade, muitas vezes não está onde o ser humano precisa e nem possui a qualidade necessária para consumo.

O consumo mundial de água cresceu mais de seis vezes entre o período de 1900 e 1995, devido ao aumento da população, tanto nos setores agrícola, industrial, como residencial (FREITAS e SANTOS, 1999).

Muitos países possuem recursos hídricos renováveis limitados devido ao crescimento rápido de suas populações, como é o caso dos países do Oriente Médio, África do Norte, Ásia Central e África Sub-Saara. Em regiões como o norte da China, oeste e sul da Índia, oeste da América do Sul, Paquistão e México, a escassez de água não é um problema no âmbito nacional, mas é severa. Já em países como os da Europa Oriental, a poluição é o maior problema que afeta a disponibilidade desse insumo (RODRIGUEZ e CHAVES, 1998).

O Brasil, apesar de possuir a maior disponibilidade hídrica do planeta, cerca de 13,8%, enfrenta o drama da contaminação de suas fontes e elevado índice de desperdícios, representado pelo mau uso e pelo forte comprometimento dos mananciais. Além disso, cerca de 70% da água

disponível está localizada na Região Amazônica e o restante encontra-se distribuído desigualmente pelo país, atendendo cerca de 93% da população (**FREITAS e SANTOS, 1999; DIAS, 1999**).

Embora exista água em abundância em determinados locais, verifica-se a má administração deste recurso: 91% dos domicílios urbanos brasileiros possuem abastecimento de água ligados à rede, porém 35% da população de baixa renda não contam com água encanada quando comparados aos 3% da população com renda média e alta, sendo este índice maior na região sudeste. Segundo **SILVA e ALVES (1999)**, apenas 48,88% dos domicílios possuem rede coletora de esgoto e, destes apenas 5,4% possuem algum tipo de tratamento do esgoto.

O Estado de São Paulo, com cerca de 20% da população do país, encontra-se em uma situação crítica, pois detém apenas 1,6% das águas brasileiras, deixando de abastecer água para cerca de 3,4 milhões de pessoas, e não oferecendo rede de esgoto a outros 11,5 milhões de pessoas. Algumas áreas do Estado começam a se preocupar com a escassez de água, como é o caso da região de Campinas, que além de ter que abastecer a sua redondeza com cerca de 33,4 m³/s, ainda abastece outras cidades, sendo retirados aproximadamente 31m³/s da Bacia do Piracicaba para parte da população da grande São Paulo (**MARTINS, 1999**).

Para que não ocorra um colapso generalizado no sistema de abastecimento da região em um futuro próximo, há necessidade de um planejamento adequado. O uso predatório, devido ao acelerado crescimento populacional, traduz-se em um processo de poluição das água superficiais, devido ao lançamento de efluentes e resíduos; na eliminação de coberturas vegetais reguladoras do microclima e das condições locais de evaporação e recarga de lençóis fráticos; nas perdas de água por vazamentos em sistemas públicos e prediais; e na intensificação dos consumos (**SILVA et al., 1998a**).

Esta intensificação ocorre devido à utilização da água em atividades menos valiosas, pelo seu baixo custo e abundância. O simples fato da população encontrar este insumo disponível

em uma torneira torna mais difícil conscientizá-la dos crescentes custos e das dificuldades técnicas para a obtenção deste recurso limitado.

Além disso, a falta de planejamento em relação aos recursos hídricos precisa acabar, investe-se muito mais no aumento da oferta com a construção de novas estações de tratamento de água, adutoras e outros grandes empreendimentos do que no gerenciamento da demanda. É necessário administrar e planejar melhor o uso da água não visando apenas o aumento da oferta, mas preocupando-se principalmente em conservar e reaproveitar a água disponível.

Segundo **GONÇALVES e OLIVEIRA (1997)**, a conservação de água em edifícios apresenta vários benefícios, dentre os quais destacam-se: aumento do número de usuários atendidos com a mesma oferta de água; redução de investimentos na busca da água originada longe dos centros urbanos; preservação dos recursos hídricos disponíveis; redução do pico de demanda através da otimização de equipamentos e tubulações; diminuição do volume de águas residuárias, implicando redução de investimento em seu tratamento; além de redução da demanda de energia elétrica no sistema de fornecimento, coleta e tratamento de esgoto.

Várias medidas de conservação de água têm sido adotadas visando minimizar o consumo, sendo que os consumidores em potencial, classificados como institucionais, industriais e comerciais, os quais resultam em impactos de redução significativos, tem sido o alvo da maioria dos estudos desenvolvidos.

Estas tipologias, quando analisadas sob o enfoque de conservação de água, assumem grandes dimensões, pelo fato dos usuários finais não estarem motivados para a conservação, já que os mesmos não são responsáveis, diretamente, pelo pagamento desse insumo.

É importante ressaltar que o desperdício de água nos sistemas prediais é causado não só por vazamentos nas tubulações, reservatórios e componentes de utilização, mas também pela negligência dos usuários.

Assim, enquanto que numa residência o uso exagerado da água ou um vazamento é diretamente traduzido num aumento do valor da conta de água, sensibilizando, portanto, o usuário, nos edifícios institucionais o usuário não percebe a importância da adoção de medidas relacionadas com a conservação.

Soma-se a este fato a inexistência de um sistema de manutenção preventiva, que pode se traduzir em uma grande quantidade de água desperdiçada (por exemplo: um problema em uma válvula de bóia de um reservatório cujo extravasor, por uma falha de projeto e/ou execução, descarrega no interior do sistema de águas pluviais ou de esgoto sanitário).

Em resumo, pode se dizer que a realidade, dos edifícios não-residenciais, no Brasil, corresponde a usuários muitas vezes desmotivados para a conservação de água e de sistemas ineficientes ou, até mesmo, inexistentes de manutenção preventiva.

A falta de conscientização para a conservação da água pelos usuários de edifícios institucionais é que motivou o desenvolvimento dessa pesquisa, que consiste na avaliação do impacto de redução no consumo de água adotando como principais medidas o conserto de vazamentos e a substituição de torneiras convencionais por economizadoras, sem alteração do nível de atendimento ao usuário final.

O objeto de estudo é um conjunto de edifícios do *campus* da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP- situado no Distrito de Barão Geraldo, na cidade de Campinas., com uma área de 2.447.097 m², o qual é freqüentado por cerca de 30.000 pessoas diariamente, que consomem cerca de 96.698 m³ de água, em média, por mês.

1.2 Estrutura do Trabalho

Nos *Capítulos 1 e 2* são apresentados a justificativa da pesquisa, uma breve descrição do objeto em estudo e os objetivos a serem atingidos com o desenvolvimento do presente trabalho.

O *Capítulo 3* apresenta a revisão bibliográfica, enfocando as linhas de ações relacionadas com a conservação de água em edifícios, tais como detecção e reparo de vazamentos, campanhas de conscientização dos usuários, implantação de micromedição e substituição de componentes tradicionais por economizadores de água.

O *Capítulo 4* apresenta a metodologia adotada, a qual baseia-se na literatura pesquisada, com a análise descritiva dos edifícios selecionados, a descrição das atividades de campo, bem como os materiais e métodos utilizados.

Finalmente, nos *Capítulos 5 e 6* são apresentados os resultados da pesquisa e as conclusões.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Com o desenvolvimento do presente trabalho pretende-se analisar os aspectos relacionados com a conservação de água em edifícios administrativos, de salas de aula e de laboratórios localizados em *campus* universitário, tendo em vista uma otimização do uso deste insumo nesta tipologia de edificação.

2.2 Objetivos Específicos

Pretende-se, com o desenvolvimento do presente trabalho:

- analisar o potencial de redução do consumo de água numa amostra de edifícios localizados no *campus* da UNICAMP; e
- avaliar as medidas a serem adotadas no sentido de reduzir o volume consumido nesses edifícios.

3

Revisão Bibliográfica

3.1 Aspectos gerais da conservação de água em edifícios

Devido à modernização dos padrões de consumo da sociedade, tem-se um maior número de equipamentos eletrodomésticos, que consomem muita água. Também tem-se observado o aumento do número de banheiros nas edificações e que estas áreas vêm adquirindo uma importância cada vez maior.

Com relação às tipologias não residenciais, um aspecto importante a ser considerado é que os usuários, por não serem responsáveis, diretamente pelo pagamento da água consumida, muitas vezes não se encontram motivados para a sua conservação. Segundo **CARDIA (1986)**, quando não há uma crise visível, como uma estiagem prolongada, a inibição do consumo pelos usuários é bastante dificultada.

Nas últimas décadas, houve um aumento significativo no número de pesquisas enfocando medidas relacionadas com a conservação de água, principalmente devido ao acréscimo da demanda e diminuição do abastecimento, devido à escassez desse insumo em algumas regiões.

Segundo **BLEASE (1993)**, o enfoque inicial da conservação de água estava no consumidor residencial, com diversas técnicas para elevar o nível da consciência pública relacionada à conservação, como inserções de tarifas, fornecimento de *kits* de conservação, informações públicas através da mídia que anunciava métodos controladores do consumo.

Posteriormente, a atenção foi voltada para os consumidores comerciais, governamentais e industriais.

O crescimento de programas de conservação em edifícios não-residenciais ocorreu por diferentes razões. Por um lado, esses edifícios representam uma porção significativa, em algumas regiões, dos consumidores básicos das concessionárias, por outro, existiu a cobrança, por parte dos consumidores residenciais, para que estes esforços de conservação fossem compartilhados com a comunidade empresarial, institucional e governamental que consomem consideravelmente mais água, elevando potencialmente os custos dos sistemas de esgoto (KOBRIK, 1993).

Para alcançar a conservação de água, são requeridas mudanças no padrão de uso, seja pela instalação de aparelhos eficientes ou por uma combinação de outras ações. Se estas técnicas forem empregadas de uma maneira coordenada, então a conservação terá um resultado positivo a médio e longo prazos.

Os programas de economia de água são compostos por diferentes linhas de ação, aplicáveis de acordo com as características de cada área, da população alvo e da existência ou não de situações agudas de escassez. Em algumas situações são necessárias medidas drásticas de inibição do consumo, buscando-se uma concentração de esforços, com o apoio espontâneo dos meios de comunicação de massa, o que não ocorre normalmente nos casos de escassez crônica (MONTENEGRO e SILVA, 1986).

A conservação de água nos edifícios é discutida de forma bastante abrangente na bibliografia consultada, podendo ser identificadas algumas linhas de ação principais, quais sejam:

- Campanhas de conscientização dos usuários;
- Implantação de micromedição;
- Detecção e conserto de vazamentos;

- Substituição de equipamentos tradicionais por economizadores de água;
- Política tarifária; e
- Implantação de sistemas de reutilização de água.

Segundo **SILVA et al. (1998a)**, as ações a serem realizadas para um gerenciamento da oferta de água nas cidades podem ser distribuídas, em três níveis: básico, intermediário e avançado, conforme apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Características principais dos níveis de ações do gerenciamento da oferta.

| Nível | Porte (habitantes) | Abrangência | Agente Gestor | Condições prévias de eficiência |
|----------------------|-------------------------------|--------------------------|--|--|
| Básico | Até 20.000 | Municipal | Qualquer habilitado | - |
| Intermediário | Entre 20.000 e 100.000 | Municipal ou Regional | Serviço de água Prefeitura Entidade reguladora Entidade Regional | Medidas básicas já implantadas Confiabilidade alta nos indicadores de perdas físicas |
| Avançado | Acima de 100.000 | Regional | Agência de bacia Entidade regional Regulador estadual | Medidas intermediárias implantadas Previsão completa de demanda |

Fonte: **Silva et al., 1998a.**

Para cada nível é apresentado um conjunto de medidas e atividades, os quais estão relacionadas com as características principais destes níveis.

O nível básico é caracterizado pelas seguintes atividades: contas explicativas do consumo, promoção de campanhas de esclarecimento junto à população diretamente beneficiária de medidas ativas de conservação e incentivo aos grandes consumidores na administração de programas de conservação em suas dependências.

O nível intermediário propõe como atividades: adoção de aparelhos economizadores em novas instalações, campanhas públicas de esclarecimento, campanhas educacionais isoladas em escolas, parcerias isoladas com os grandes consumidores e intensificação de progressividade na tarifa.

O nível avançado inclui atividades como: incentivos diretos como a troca de aparelhos convencionais por economizadores, campanhas educacionais na rede escolar, ações setoriais para os grandes consumidores e conservação de água em parques e jardins.

A ordem das atividades não caracteriza a sua precedência e dependerá das condições de cada sistema. Além disso, as razões para conservar água e os modos para a sua realização dependem de diferentes fatores, tais como as tecnologias a serem adotadas; mudanças de hábitos, medição, política tarifária e educação do usuário, por isso não necessariamente todos os níveis descritos acima serão apropriados para todas as situações.

Por exemplo, condições econômicas melhores podem levar a um aumento do consumo de água. Portanto os setores responsáveis pelo gerenciamento da demanda e da oferta de água devem adotar medidas que estimulem a redução ou manutenção do consumo a níveis compatíveis de se tratar o esgoto. Segundo **CARDIA (1986)**, as medidas de incentivo à redução do consumo devem ser elaboradas conjuntamente com campanhas de conscientização para chamar a atenção da sociedade para o problema.

Os programas educacionais específicos possuem custos menores, pois priorizam a educação das pessoas com antecedência, ao invés de grandes campanhas, através de mídias para

corrigir hábitos errados. A experiência estrangeira mostra que é muito eficiente educar as crianças e jovens através de programas específicos nas escolas, conscientizando as novas gerações para o problema da escassez (MORROW, 1993; GRIGGS, 1994).

Segundo DEBRA e SELSKY (1993), os seguintes aspectos devem ser contemplados num programa de informação pública, com a finalidade de inibir o desperdício de água:

- Mostrar o porquê da conservação de água, convencendo o público de que existe um problema e que este problema deve ser solucionado;
- Mostrar como pode-se economizar água através de simples mudanças de hábitos;
- Continuar a educação, reforçando a consciência pública dos benefícios advindos da conservação.

Segundo CORTÉS (1991), para que todo programa de conservação tenha êxito deve-se contar com a participação da população, e para isto é indispensável estabelecer ações de comunicação e educação. São vários os meios de levar ao conhecimento dos usuários os objetivos, metas e resultados dos programas, incluindo desde avisos nas contas e campanhas publicitárias até a distribuição de dispositivos economizadores. Estima-se que este tipo de programa pode gerar economias de 4 a 5%.

A partir dessa constatação, tem sido adotado um novo enfoque para as campanhas e programas de conservação de água, iniciado nos anos 90, com uma menor valorização das mudanças de hábitos, enfatizando-se mais a adoção de equipamentos de alta eficiência, os quais podem garantir uma redução automática e duradoura no consumo de água, independentemente o modo de utilização, com uma menor valorização das mudanças de hábito dos usuários (CARDIA, 1986).

Algumas concessionárias de águas do país, de maneira similar ao que vem sendo realizado em outros países, estão divulgando estas ações através de folhetos e da rede de computadores, para que os usuários se conscientizem da conservação da água e comecem a controlar o seu uso, evitando o desperdício.

Segundo **CARDIA et al. (1998)**, as campanhas de informação e educação devem enfatizar de maneira clara e simplificada os argumentos econômicos em favor da conservação de água, mostrando que as pessoas não ganham, mais deixam de perder dinheiro com ela. Não basta se dizer que os equipamentos eficientes têm bom desempenho; é necessário mostrar que eles melhoram a qualidade de vida das pessoas e o meio ambiente.

Segundo estes mesmos autores, para serem efetivas, as campanhas de conscientização devem estar integradas em programas mais amplos de conservação de água e serem desenvolvidas em conjunto com ações do tipo incentivos econômicos e financeiros; medidas de política tarifária; normas e regulamentos técnicos; auditorias de consumo; pesquisa e desenvolvimento de equipamentos e controle de perdas no sistema de abastecimento público, entre outros.

Outro aspecto que tem sido considerado no estudo de conservação de água é a implantação de medição individualizada (ou setorizada), a qual apresenta-se não só como um instrumento inibidor de desperdícios (quando o usuário é o responsável direto pelo pagamento do insumo), como também indicador de fugas e vazamentos de maiores dimensões.

GRIGGS (1994) realizou uma pesquisa no Reino Unido para verificar o impacto de redução do consumo através da micromedição. O estudo abrangeu aproximadamente 56.570 residências, das quais cerca de 59%, tentaram reduzir o consumo utilizando também outras medidas tais como: redução do consumo na rega de jardins; redução do tempo de banho e utilização mais racional das máquinas de lavar roupas. O estudo também mostra que apesar da

instalação de medidores possuir um custo inicial relativamente alto, foram alcançados vários benefícios com sua instalação, como a descoberta de vazamentos existentes nas tubulações.

Outros estudos já foram realizados utilizando-se a micromedição como instrumento para conservação de água. Na década de 80, foram coletados alguns dados na cidade de Denver, no Colorado - EUA, os quais indicavam que a instalação dos medidores resultou em uma economia de aproximadamente 20%, sendo o maior impacto de redução causado nos meses de primavera e verão devido à redução da rega de jardins pela constatação do grande volume consumido (AWWA, 1993).

No Brasil, a Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo - SABESP vem realizando uma série de Programas de Uso Racional da Água - PURA, cuja metodologia foi desenvolvida pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, onde a medição setorizada tem sido implementada como uma ferramenta de conservação da água. Devem ser citados os PURAs desenvolvidos junto à Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP) e a Universidade de São Paulo (USP).

Na CEAGESP, antes da implementação da medição setorizada, foi realizado um levantamento das contas de água dos últimos 06 meses para que, após implantada a micromedição, fosse possível se avaliar o impacto de redução. Foi efetuado também um levantamento dos pontos de consumo para detecção de vazamentos e verificação das condições dos equipamentos (SABESP, 1999).

Como resultado, foi obtida uma redução de aproximadamente 28%, sendo que o consumo passou de 67.025 m³ para 48.145 m³. A implantação de medidores eletrônicos foi de fundamental importância para auxiliar o monitoramento do consumo, facilitando o gerenciamento do sistema e fazendo com que as perdas fossem eliminadas com maior rapidez.

Na Universidade de São Paulo está sendo implantado um Programa de Uso Racional da Água que contempla, entre outras medidas, a implantação da micromedição. Com estes medidores, foi possível realizar a detecção de vazamentos visíveis e não visíveis nas tubulações, para posterior conserto. A redução foi de aproximadamente 8,4%, tendo como base um consumo mensal de 76.190 m³ (SABESP, 1999. [online]).

No caso em que vários edifícios, com usos diferenciados, compõem um mesmo consumidor, tal como um *campus* universitário, a implementação da medição individualizada pode ser considerada como uma medida efetiva para a conservação de água, pois possibilita a detecção dos vazamentos precocemente e, caso este usuário seja cobrado diretamente, sensibiliza o usuário para o uso racional.

Cabe ressaltar que a medição setorizada pode implicar em custos significativos, desde a etapa de instalação até a manutenção dos hidrômetros, e por isso deve-se fazer um planejamento cuidadoso para a administração desta atividade. Segundo CORTÉS (1991), antes de instalar os medidores é necessário que se realize uma análise sobre o tipo e uso do edifício para que se possa dimensionar razoavelmente a capacidade do medidor, por existir risco de sub ou superdimensionamento.

No caso de um subdimensionamento, a capacidade do medidor é inferior ao consumo real do prédio sendo obtidas, medições erradas, e reduzindo a vida útil do equipamento pelo desgaste acelerado de suas peças.

Com o superdimensionamento, os valores registrados correspondem a volumes superiores aos efetivamente consumidos, devido a uma menor sensibilidade do medidor, pois o mesmo opera abaixo de sua capacidade.

Outro aspecto que tem sido muito discutido ao longo dos últimos anos, com a diminuição de mananciais próximos aos centros urbanos com qualidade adequada para abastecimento após tratamento convencional, é o reuso da água servida para fins não potáveis.

Com a política de reuso, um grande volume de água potável é poupado, usando-se água que possa não atender aos requisitos de potabilidade, como a da chuva, para o uso de lavagem de calçadas, rega de jardins, parques, lavagem de automóveis e na descarga de bacias sanitárias.

O reuso da água é tecnicamente viável, mas pode gerar problemas relacionados com a contaminação, por isso deve-se especificar bem o seu emprego e a forma de reservação, levando-se em consideração a sua separação da água potável.

Segundo **FELÍCIO (1991)**, o reuso de água para fins não potáveis tem sido amplamente empregado em diversas cidades dos Estados Unidos e de outras regiões do mundo. Também no Japão e na Alemanha foram implantados programas de reutilização de água que trouxeram como benefícios a diminuição dos custos de produção e a redução do consumo de água.

KIYA (1979) já ressaltava, há mais de 20 anos atrás que o Japão teve um grande avanço nessa área devido à severa escassez de água enfrentada, passando a construir condomínios, hotéis e hospitais com sistemas de reuso de águas servidas. Um exemplo bastante típico é o uso da água do box e/ou da banheira para abastecer as bacias sanitárias dos edifícios

SOROCZAN (1998), apresenta um estudo de caso envolvendo reuso de água em edifícios residenciais canadenses. Foram utilizados dois sistemas de reuso de água: o primeiro que armazena água da chuva e neve em um reservatório de 20.000 litros antes de ser tratada, para posteriormente ser usada na cozinha e no banheiro, sendo esta água suficiente para um consumo de 6 meses, e o segundo que armazena água de chuva tratada em um tanque de água fria com capacidade de 600 litros ou de água quente, a qual é utilizada na lavagem de roupas e em chuveiros.

Em edifícios institucionais ou comerciais, os quais, normalmente, não possuem chuveiros, pode ser utilizada água de chuva e de sistemas de ar condicionado para a limpeza de bacias sanitárias e outros fins, o que possui, por sua vez, uma grande flutuação em termos de oferta de água, devido às variações climáticas.

3.2 Vazamentos em Sistemas Prediais em Água Fria

Das várias medidas adotadas para a conservação de água em edifícios, uma das que tem se mostrado bastante eficiente é a detecção e conserto de vazamentos.

OLIVEIRA (1999) apresenta as seguintes definições para desperdício, perda e vazamento:

- **Desperdício:** é toda água que está disponível e que não seja utilizada para uma atividade fim ou mesmo utilizada de forma excessiva; em geral, o uso excessivo se dá pelos seguintes fatores: vazamento; procedimento inadequado do usuário ao realizar as diversas atividades, ou mau desempenho do sistema;
- **Perda:** corresponde a toda água que escapa de um sistema antes de ser utilizada para uma atividade fim, geralmente devido a causas patológicas, acidentais ou negligência dos usuários;
- **Vazamento:** é toda fuga acidental de água de um sistema, seja em tubulações, componentes de utilização, reservatórios ou equipamentos.

Assim, o conceito de desperdício apresentado engloba perda e uso excessivo e o consumo engloba tanto a quantidade de água utilizada para atendimentos das necessidades dos usuários como os desperdícios verificados no sistema.

Essa mesma autora considera que deve-se distinguir conservação de "redução". A redução torna-se necessária durante secas ou situações de emergências e requer medidas que visem alcançar resultados imediatos. Com a conservação, por outro lado, é possível reduzir o uso da água sem mudar o nível de atendimento ao consumidor. Medidas de conservação podem ser empregadas para reduzir as necessidades de água a longo prazo, dependendo do período e processo de planejamento.

Para minimizar as perdas por vazamentos deve-se desenvolver programas de controle das mesmas. Segundo **BORBA Jr. (1978)**, as medidas de combate à perdas podem ser subdivididas em três etapas sucessivas quais sejam: medidas preventivas, pesquisa de perdas e medidas corretivas.

As medidas preventivas evitam a ocorrência das perdas, atuando nas normas de projeto, padrões para materiais e mão de obra, zoneamento das redes para evitar pressões elevadas, envolvendo também a medição setorizada e a detecção de vazamentos. A medição permite verificar a ocorrência de vazamentos, através da avaliação do consumo no período noturno onde a pressão da rede é maior e, conseqüentemente, as vazões verificadas.

A detecção consiste em localizar as perdas, através de medição e/ou testes específicos para este fim. As medidas corretivas, por sua vez, procedem a eliminação dos vazamentos após a sua detecção.

O primeiro passo da avaliação da eliminação de vazamentos como uma ferramenta de conservação é a identificação da água não medida no sistema, através de uma auditoria. Algumas ações como calibração de medidores, quando existentes, manutenção de válvulas, controle de corrosão e reparos de equipamentos podem resultar em economia de água, redução de desperdícios por infiltração, e redução de vazamentos no sistema. (**AWWA, 1993**).

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Os vazamentos nos sistemas prediais podem ser classificados em dois grupos:

- **visíveis** - aqueles que são facilmente detectados pelos usuários de forma direta e ocorrem principalmente nos componentes de utilização, como também em reservatórios, tubulações e acessórios;
- **não visíveis** - aqueles dificilmente detectados pelos usuários, pois manifestam-se de forma indireta e ocorrem no alimentador predial, tubulações enterradas ou embutidas em pisos ou em paredes e nos reservatórios enterrados.

No primeiro caso, a detecção pode ser feita visualmente. No caso dos vazamentos não visíveis, a detecção é feita através de testes expeditos ou especiais. Os testes expeditos são simples e são utilizados na detecção de vazamentos em alimentadores prediais, reservatórios e bacias sanitárias. Com os testes especiais, os vazamentos, mesmo em tubulações enterradas e/ou embutidas podem ser localizados com precisão.

GONÇALVES et al. (1999), apresenta uma descrição detalhada dos testes expeditos e especiais usualmente empregados para a detecção de vazamentos em sistemas prediais, cujo resumo é apresentado no Anexo 1.

3.3 Equipamentos economizadores de Água

A quantidade de água consumida nos diferentes usos, pode ser reduzida mediante a utilização de aparelhos economizadores de água, sem que haja uma diminuição do desempenho dos sistemas hidráulicos e sem causar desconforto aos usuários.

Existem diferentes componentes e equipamentos economizadores de água disponíveis no mercado, tais como bacias sanitárias, arejadores, torneiras hidromecânicas e eletrônicas de lavatório e mictório, chuveiros, entre outros.

O potencial de redução do consumo total de água proporcionado pelo uso de equipamentos economizadores depende das atividades desenvolvidas com o uso da água nas diferentes tipologias de edifícios, onde a participação de cada componente pode ser diferenciada.

Na Figura 3.1 apresenta-se uma distribuição do consumo em função do setor considerado, juntamente com a participação dos diferentes aparelhos/equipamentos sanitários. Para o setor público, não se dispõe de dados sistematizados, porém, pela inexistência, na maioria destes edifícios, de chuveiros, a bacia sanitária possivelmente representa a maior parcela do consumo, desconsiderando-se os equipamentos especiais em laboratórios, sistemas de ar condicionado, entre outros.

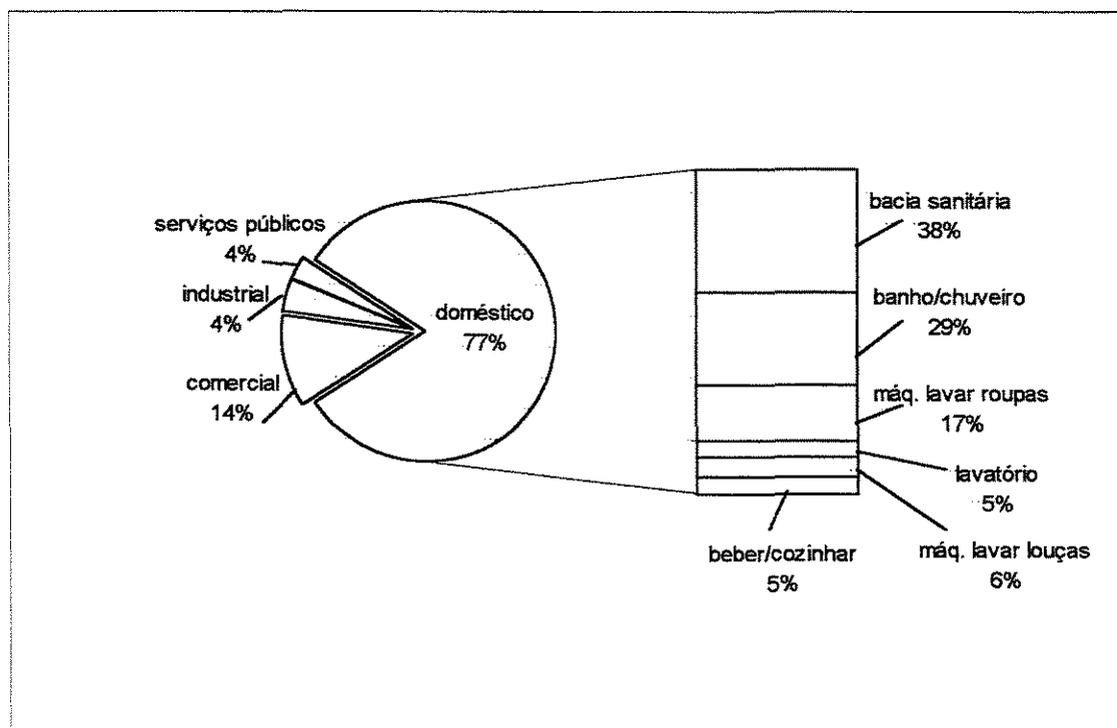


Figura 3.1: Distribuição do consumo de água na Região Metropolitana de São Paulo.

(Fonte: ILHA, 1999)

Assim, dependendo da tipologia da edificação, a bacia sanitária pode ser considerada como o componente de maior potencial de redução do consumo de água fria, tendo em vista a sua substituição por bacias de volume reduzido (VDR), cujo consumo apresenta-se na faixa de 6 litros (as bacias sanitárias tradicionais utilizam volumes entre 9 e 12 litros).

As bacias de volume reduzido têm sido empregadas em diferentes países. Além da redução do volume, existem também bacias sanitárias com válvula de descarga eletrônica, através de sensores de presença, as quais são normalmente empregadas em edifícios públicos e comerciais.

Dentre os estudos estrangeiros relacionados com o emprego desses componentes, destacam-se aqueles realizados nos Estados Unidos, onde desde 1977 são fabricadas e instaladas bacias sanitárias com volume reduzido.

Nos Estados Unidos, todas as bacias sanitárias fabricadas a partir de 1994 devem possuir um volume de descarga máximo de 6,0 L. A substituição das bacias convencionais por economizadoras nas edificações existentes tem sido realizada de forma gradual, pois torna-se necessário substituir o sistema bacia sanitária-dispositivo de descarga, uma vez que as bacias convencionais não apresentam um desempenho adequado com volumes inferiores a 11 litros (**HAGLER BAILLY SERVICES, 1997**).

Também foram lançados programas de bonificação gerando grandes resultados em partes daquele país. Estes programas oferecem dinheiro para os usuários trocarem a bacia existente por outra de baixo consumo. O resultado obtido não foi somente na economia de água, como também nas vendas, incentivando a indústria a fabricar estes aparelhos. Experiências em San Dimeon e Califórnia mostraram uma redução de 39% no consumo total após a implementação do programa de bonificação, chegando a 1198 bacias substituídas (**GRIGGS, 1994**).

Na Europa, países como a Suécia, Dinamarca e Escócia têm desenvolvido bacias com volumes de descarga que variam de 1,5 a 3 litros (**OLIVEIRA, 1999**).

No Brasil, foi lançado um Programa Setorial da Qualidade (PSQ) de louças sanitárias para sistemas prediais, que faz parte do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), lançado em 1998, o qual possui um objetivo específico relacionado ao uso racional da água, prevendo a qualidade evolutiva das bacias sanitárias (e dispositivos de descarga) limitando o volume máximo de descarga em torno de 6 litros até o ano 2002, ou em um valor que implique menor consumo de água (**MPO/SEPURB-PBQP-H, 1998**). Inserido neste programa, estão sendo desenvolvidas pesquisas envolvendo fabricantes, Universidades e Institutos de Pesquisa.

Outro componente que tem recebido atenção especial por parte dos pesquisadores, por representar uma grande parcela de consumo em determinadas tipologias de edifícios, é o chuveiro.

Existem chuveiros economizadores, os quais limitam somente a vazão e, portanto, consomem menos água que os convencionais e também com registros de fechamento automático similares aos empregados em lavatórios. Porém, é difícil estimar a quantidade de água a ser economizada por estes equipamentos, devido à dependência do tempo de duração do banho, que difere de um usuário para outro (**GONÇALVES, 1995**).

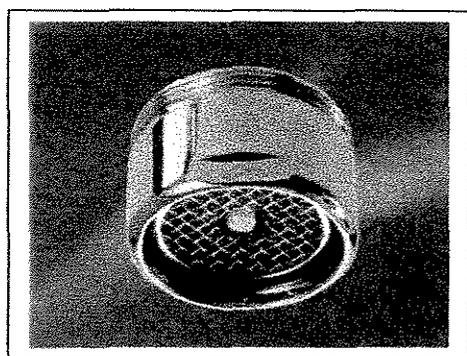
De maneira similar ao que vem ocorrendo com as bacias sanitárias, alguns países vêm limitando as vazões a serem empregadas nos chuveiros e demais componentes.

Segundo **KONEN (1995)**, nos Estados Unidos, o Governo Federal lançou, em 1992, o "Energy Policy Act", que estabelece vazões máximas em chuveiros e torneiras (0,15 L/s) e torneiras de fechamento automático (0,94 L/ciclo) e também recomendações para programas de incentivo de troca voluntária de componentes.

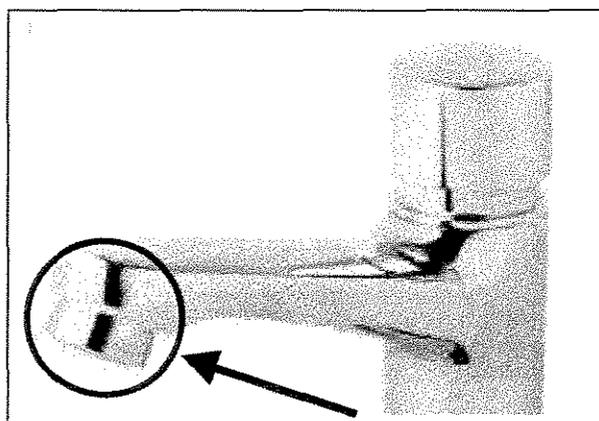
OLIVEIRA (1999), apresenta os estudos desenvolvidos na Suécia e no Reino Unido, que consideram vazões máximas para chuveiro: entre 0,1 l/s e 0,2 l/s, e na faixa de 0,33 l/s, respectivamente, nesses dois países.

Outro dispositivo que tem sido cada vez mais empregado em torneiras, tendo em vista a utilização de uma menor vazão, sem modificar o padrão de atendimento aos usuários, é o arejador (ver Figura 3.2). Este dispositivo tem a função de misturar água e ar, promovendo maior conforto e uma sensação de vazão maior que a real.

No mercado brasileiro podem ser encontrados, basicamente, três tipos de arejadores: autolimpante; econômico (segundo dados dos fabricantes, proporcionam uma economia de até 50%); e vazão constante (mantém a vazão da água em 6 L/min, independentemente da pressão).



a) Detalhe do Arejador



b) Arejador instalado na torneira

Figura 3.2: Arejador

Fonte: **Catálogo do fabricante**

Quando analisados os edifícios institucionais e comerciais, o mictório assume uma posição significativa no que se refere ao desperdício de água. A descarga de água nestes aparelhos é efetuada através da abertura de um registro de pressão e, o usuário, normalmente, não

efetua a descarga ou deixa o registro sempre aberto. Isto é tão freqüente que a maioria dos registros tem o volante retirado e a descarga ocorre de forma contínua.

Além do mictório já apresentado, é usual, no Brasil, a instalação de mictórios tipo calha (ver Figura 3.3). Neste tipo de aparelho sanitário, a limpeza é bastante precária, mesmo com maiores volumes de água, devido à necessidade de higienização das paredes. Usualmente, são empregados trechos de tubo perfurado, de forma a direcionar a água para a limpeza das paredes. Tem-se aqui os mesmos problemas já apontados para os mictórios individuais.



Figura 3.3: Mictório tipo calha

FREIRE (1999), realizou um trabalho com o objetivo de comparar o consumo de água dos mictórios com descarga contínua, com sensor de infravermelho, com timer e com sensor de pH, além de verificar a possibilidade de melhoria do funcionamento do mictório tipo calha, sendo o estudo de caso desenvolvido na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Nos mictórios com timer, as descargas foram programadas em intervalos de 10 e 15 minutos, com duração de 20 segundos; já os mictórios com sensor de infravermelho eram acionados se o usuário permanecesse por 5 segundos na sua frente, liberando uma descarga de 20

segundos, e os mictórios com sensor de pH, efetuava a descarga quando o pH do líquido contido no sifão atingia valores entre 5 e 6,5, por serem considerados como ponto crítico, conforme pesquisas realizadas.

A autora concluiu que o emprego de dispositivos automáticos no mictório tipo calha representa uma economia média variando de 83 a 94% em relação ao uso da descarga contínua, dependendo da configuração ensaiada (ver Tabela 3.2).

Tabela 3.2: Consumo mensal estimado (m³/mês).

| CONFIGURAÇÃO | DESCARGA CONTÍNUA | SENSOR INFRAVERMELHO | TIMER* | TIMER** | SENSOR DE PH |
|-----------------|-------------------|----------------------|--------|---------|--------------|
| Consumo mensal | 143,67 | 8,77 | 9,67 | 14,54 | 23,87 |
| Comparativo (%) | 100 | 6 | 7 | 10 | 17 |

* Timer programa para descargas com intervalo de 15 minutos

** Timer programa para descargas com intervalo de 15 minutos

Fonte: **FREIRE, 1999.**

OLIVEIRA (1999) cita um mictório que não utiliza água, mas sim um repelente de urina que impermeabiliza a superfície do aparelho. O fecho hídrico apresenta um líquido com densidade inferior a da urina. Não é necessária a instalação de ponto de água e a manutenção consiste em adicionar uma nova camada de repelente de urina a cada 1500 utilizações e na substituição do selo azul, camada localizada no fecho hídrico. Segundo dados do fabricante, a redução do consumo total de água é de aproximadamente 4 m³/dia para cada mictório.

Tendo em vista a redução do volume consumido, tanto em mictórios como em lavatórios, tem sido empregados em vários países os equipamentos de acionamento hidromecânico e também os eletrônicos (com sensores de infravermelho). As Figuras 3.4 (a) e (b) ilustram a instalação dessas torneiras.

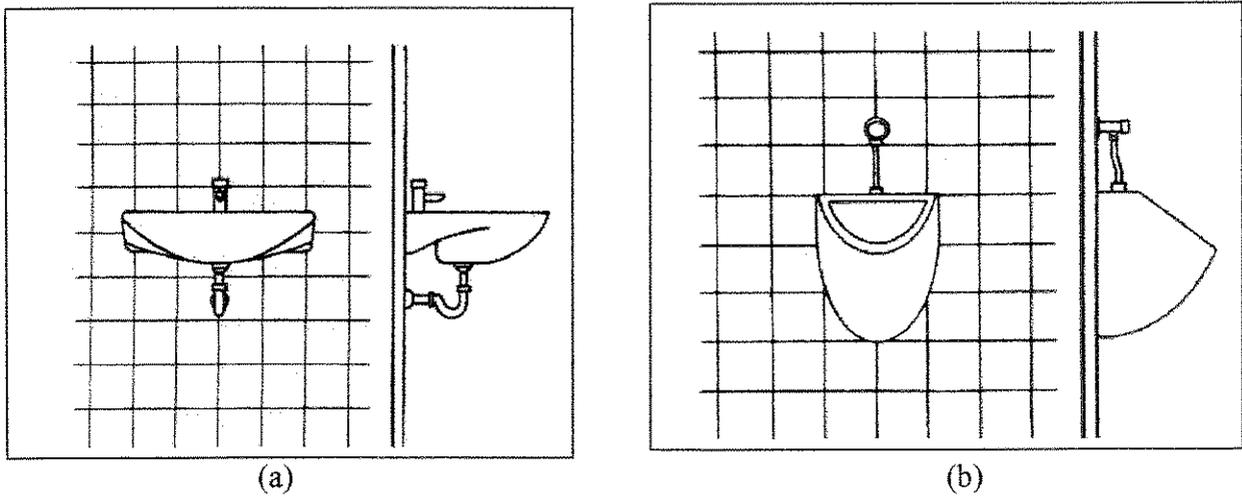


Figura 3.4: Instalação de torneiras de lavatório e mictório

Fonte: **Catálogo do fabricante.**

O princípio de funcionamento das torneiras hidromecânicas (ver Figura 3.5), tanto para lavatórios como para mictórios, ocorre pela atuação de duas forças simultâneas: a hidráulica (pressão da água) e a mecânica (pressão de acionamento manual ou com o pé).

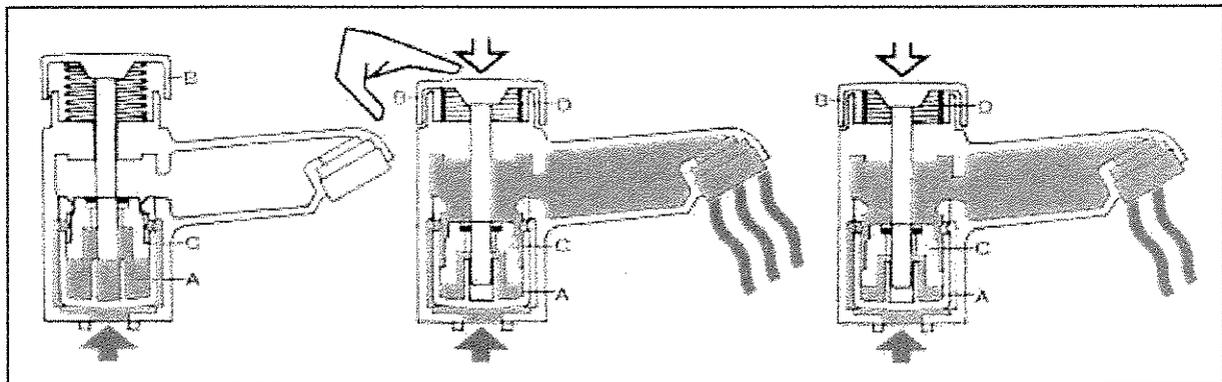


Figura 3.5: Princípio de funcionamento de torneiras hidromecânicas

Fonte: **Catálogo do Fabricante.**

A ação da pressão hidráulica no interior da câmara de compensação (A) faz com que a torneira permaneça fechada, enquanto que uma leve pressão mecânica aplicada sobre o botão acionador (B), causa um alívio da pressão na câmara de compensação e, conseqüentemente, o deslocamento do pistão (C), liberando, então, a passagem de água. Ao ser retirada a pressão mecânica, inicia-se o fechamento temporizado. A mola (D), provoca o fechamento de alívio na câmara (A), provocando o fechamento da válvula em um tempo predeterminado (DOCOL, 1999. [online]).

A regulagem do tempo de descarga destes equipamentos já vem previamente feita de fábrica, porém, este tempo pode sofrer um ajuste com a instalação (ou troca) de um dispositivo interno.

No caso da vazão, a regulagem é feita através de um registro regulador (ver Figura 3.6) que acompanha cada torneira de lavatório. Esta regulagem pode ser feita pelo próprio usuário, pois independe de algum conhecimento técnico.

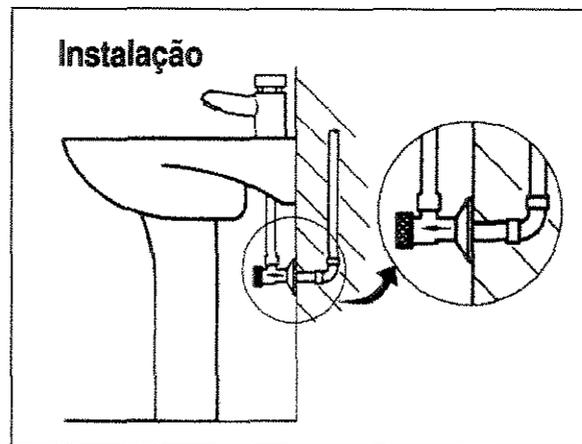


Figura 3.6: Registro regulador de Vazão.

Fonte: Catálogo do fabricante

A norma NBR 13713 (ABNT, 1996) apresenta as seguintes recomendações para a vazão e duração da descarga em torneiras economizadoras:

- vazão mínima: 0,05 L/s para mictórios e lavatórios;
- tempo máximo de fechamento: válvula de mictório - 10 segundos; torneira de lavatório - 15 segundos.

A bibliografia consultada, tanto nacional como estrangeira, apresenta dados que indicam uma redução significativa no consumo de água através da substituição de equipamentos e/ou componentes economizadores bem como conserto de vazamentos, os quais serão comentados no item que se segue.

3.4 Implantação de Programas de Uso Racional de Água em Países Estrangeiros

OLIVEIRA (1999) apresenta vários estudos relacionados com a implantação de PURAs em edifícios realizados no exterior, cujo resumo é apresentado, na Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Estudos relacionados com a implantação de PURAs em edifícios institucionais e/ou comerciais.

| Autor | Tipologia, Local | Descrição/Medidas Implementadas | Resultado |
|---------------------------------|--|---|--|
| ANDERSON; SIEGRIST (1989) | Conjunto residencial - Phoenix, Arizona (EUA). | - avaliar a economia de água obtida com Bacia sanitária de volume reduzido - analisar o transporte dos sólidos, bem como a composição do esgoto sanitário e a aceitação dos novos componentes pelos usuários | - Impacto de redução do consumo: - igual ou melhor desempenho das bacias sanitárias com volume de 3 litros; - redução média do consumo: 23% em relação a bacias convencionais; - frequência de obstrução: 15% para bacias VDR e 64% para bacias convencionais. |

Continuação da Tabela 3.3:

| Autor | Tipologia, Local | Descrição/Medidas Implementadas | Resultado |
|--|--|--|--|
| AHER et al. (1991) | Edifício unifamiliar - Oakland, Califórnia (EUA) | <ul style="list-style-type: none"> - monitoração do consumo de água do sistema com os aparelhos existentes (25 dias); - substituição dos chuveiros existentes (vazão de 0,15 l/s) por chuveiros de vazão reduzida (0,13 l/s) e monitoração por 10 dias; - instalação dos chuveiros com vazão reduzida e substituição das bacias sanitárias por bacias de volume reduzido (6 litros), com monitoração de 25 dias; - avaliação pelos usuários. | <ul style="list-style-type: none"> - Impacto de redução do consumo: - Bacias sanitárias: 20 L/pessoa/dia apesar do acréscimo de 16% do número de descarga - Chuveiros: 6,4 L/pessoa/dia apesar do aumento do tempo na duração do banho; - 67% da população adulta considerou os chuveiros de vazão reduzida com desempenho igual ou melhor ao dos tradicionais. |
| CHOUTHAI (1992) | Aeroporto Denver, Colorado (EUA) | <ul style="list-style-type: none"> - verificar desempenho em bacias VDR (6 litros); - analisar a capacidade de transporte de sólidos e frequência de obstrução | <ul style="list-style-type: none"> - Impacto de redução do consumo: - Banheiro masculino: 4 litros/usuário - Banheiro feminino: 7,5 litros/usuário - acréscimo do número de chamadas para desobstrução: 41% no masculino e 470% no feminino. |
| MASSACHUSETTS WATER RESOURCES AUTHORITY (MWAR, 1994) | Hospital Dorchester, Massachusetts (EUA) | <ul style="list-style-type: none"> - instalação de restritores de vazão em todas as torneiras dos quartos dos pacientes e consultórios (redução da vazão de 0,22 l/s para 0,09 l/s). | <ul style="list-style-type: none"> - Impacto de redução do consumo: - 333 litros/dia |

Continuação da Tabela 3.3:

| Autor | Tipologia, Local | Descrição/Medidas Implementadas | Resultado |
|---|---|--|---|
| MWRA (1996) | Hospital Boston - Massachusetts (EUA) | <ul style="list-style-type: none"> - aumento na tarifa em 22%; - reaproveitamento da água do sistema de ar comprimido; - substituição de válvulas de descarga em bacias sanitárias e mictórios; - instalação de arejadores em todas as torneiras de lavatório; - substituição do sistema de resfriamento a água por ar. | <p>- Impacto de redução do consumo:</p> <p>- 29% do consumo médio anual</p> |
| REGIONAL MUNICIPALITY OF WATERLOO (1996) | Residências, Waterloo (Canada) | <ul style="list-style-type: none"> - substituição de 2760 bacias sanitárias convencionais (20 a 25 litros) por bacias VDR (6litros) em 2000 residências; - desenvolver programa que incentivasse a maior participação dos encanadores e revendedores locais. | <p>- Impacto de redução no consumo:</p> <p>- 20% em edifícios unifamiliares e 40% em edifícios multifamiliares;</p> <p>- economia de 33% nos custos de implementação com relação a programas anteriores.</p> |
| WESTAT (1997) | Edifícios multifamiliares, Nova York (EUA) | <ul style="list-style-type: none"> - substituir bacias convencional (18,9 litros) por bacias economizadoras (6 litros); - avaliar grau de satisfação do usuário e o desempenho das bacias | <p>- Impacto de redução do consumo:</p> <p>- 29% (261 litros/unidade/dia);</p> <p>- o consumo médio diário passou de 318 litros/pessoa/dia para aproximadamente 231 litros/pessoa/dia.</p> |

Fonte: Elaborado a partir de OLIVEIRA, 1999.

Além dos trabalhos citados por **OLIVEIRA (1999)**, devem ser destacados os desenvolvidos por **AYRES ASSOCIATES (1993)** juntamente com o Departamento de água da cidade de Tampa, no Estado da Florida, EUA e por **KONEN (1995)**, os quais serão descritos a seguir.

AYRES ASSOCIATES (1993) apresenta um estudo cujo objetivo foi avaliar o impacto da conservação de água utilizando aparelhos economizadores em edifícios residenciais e institucionais (escola).

O conjunto de apartamentos estudado conta com 15 prédios, totalizando 256 moradias, além do edifício sede com quatro tipos de apartamentos, contendo os seguintes aparelhos sanitários: máquina de lavar pratos, máquina de lavar roupas, uma ou duas bacias sanitárias com caixa de descarga de 13 litros e um ou dois chuveiros.

A escola, por sua vez, possui 18 banheiros, contabilizando 40 bacias sanitárias, 23 mictórios, 30 lavatórios e 25 chuveiros, além de pias nos laboratórios, na cozinha da lanchonete e vestiários (dois banheiros são abertos somente em determinadas ocasiões).

Por dificuldades operacionais inerentes ao levantamento, algumas unidades foram desconsideradas, resultando a amostra final em 55 apartamentos, nos quais foi efetuada a substituição dos equipamentos tradicionais por economizadores de água e 56 apartamentos nos quais esta modificação não foi efetuada. O monitoramento foi realizado durante um período de 28 dias.

Na Tabela 3.4 são apresentados os resultados obtidos no conjunto de apartamentos estudado.

Tabela 3.4: Redução do volume de água consumido num conjunto de apartamentos com a substituição de equipamentos convencionais.

| Substituição dos aparelhos convencionais por economizadores | VOLUME MÉDIO DE ÁGUA CONSUMIDO | | | |
|---|--------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | Fase 1 (Sem intervenção) | | Fase 2 (Após substituição) | |
| | L/apto.dia* | L/hab.dia** | L/apto.dia* | L/hab.dia** |
| Sim | 391 | 275 | 281 | 202 |
| Não | 340 | 256 | 317 | 237 |

* L/apto.dia = Litros/apartamento.dia

** L/hab.dia = Litros/habitante.dia

Fonte: Elaborado a partir de AYRES ASSOCIATION (1993)

Conforme pode ser verificado na Tabela 3.4, a redução foi de aproximadamente 28% (cerca de 110 L/dia.apartamento) para o grupo que substituiu os aparelhos convencionais por economizadores e cerca de 7% (cerca de 23 L/dia.apartamento) para o grupo de apartamentos o qual não substituiu os equipamentos.

Na escola, os dados coletados indicaram que o consumo durante a semana era aproximadamente 3,5 vezes superior ao do final de semana. Foram contemplados os períodos de utilização da escola, com os horários de aulas, férias, eventos, etc., totalizando 86 dias, sendo que o monitoramento foi efetuado em três fases:

- **Fase 1:** sem intervenção;
- **Fase 2:** reparo de vazamento nos mictórios e substituição de torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático;
- **Fase 3:** troca das bacias sanitárias convencionais por bacias com volume reduzido.

Na Tabela 3.5 são apresentados os resultados encontrados para esta tipologia de edificação.

Tabela 3.5: Consumo de água numa escola.

| FASE | VOLUME MÉDIO DE ÁGUA CONSUMIDO litros/dia (litros/estudante.dia) |
|--|---|
| 1 (Sem intervenção) | 10.946 (11) |
| 2 (após reparo de vazamento e substituição dos medidores) | 7.725 (7,76) |
| 3 (após substituição das bacias sanitárias) | 5.197 (5,6) |

Fonte: Elaborado a partir de **AYRES ASSOCIATION (1993)**

Foi verificada uma redução de aproximadamente 29% ou 3221 litros/dia, após a **Fase 2**. Após a **Fase 3**, ocorreu uma redução de 2528 litros/dia, ou 33% em relação à **Fase 2**. Portanto, a redução total média foi de 53%.

KONEN (1995) apresenta um monitoramento do consumo de água realizado em um conjunto de 25 residências por um período de 02 semanas. Foi aplicado um questionário para levantamento dos aparelhos existentes nas residências e se os mesmos possuíam algum tipo de dispositivo economizador de água.

Aproximadamente 33% das residências possuíam bacias sanitárias economizadoras ou algum dispositivo redutor do volume de descarga e 46% das residências possuíam chuveiros economizadores (denominados de fluxo reduzido) ou restritores de vazão.

Foram monitorados, também, os chuveiros instalados em 162 residências, os quais foram classificados em **não economizadores** (vazão superior a 0,19 l/s), **fluxo reduzido** (vazão igual ou inferior a 0,19 l/s) e **restritores** (vazão igual ou inferior a 0,19 l/s).

Foram realizados testes de vazamentos em 190 bacias, sendo que 20% desse total apresentaram algum vazamento.

Este estudo apresenta como conclusão que o emprego de dispositivos e/ou aparelhos economizadores e/ou medidas relacionadas com a conservação de água em bacias sanitárias e chuveiros, na tipologia considerada, proporciona uma redução significativa no consumo de água.

Mesmo que não específicos para os setores comercial e/ou institucional, muitas cidades nos Estados Unidos vem desenvolvendo programas de conservação de água. Na seqüência serão apresentados alguns estudos relacionados no site: www.epa.gov/OW/you/chap4.html acessado no dia 09/07/99 e AWWA.

Tampa - Florida

O programa de conservação de água da cidade de Tampa iniciou-se em 1989 com mudanças de leis, estrutura tarifária, substituição de equipamentos e educação pública. Foram distribuídos alguns *kits* contendo dispositivos para reduzir o volume de água em bacias sanitárias, chuveiros de fluxo reduzido, aeradores para torneiras de lavatório e folhetos explicativos de como detectar e consertar vazamentos para cerca de 10.000 residências. Aproximadamente 94% dos proprietários dos imóveis instalaram os *kits*, estando a economia obtida entre 26 a 38 litros/pessoa/dia.

A campanha educacional teve como enfoque principal as escolas. Além disso, foi incluída uma campanha de conscientização piloto e incentivos para a substituição de bacias convencionais por economizadoras. A campanha teve como resultado uma redução no consumo de água variando de 15 a 18% no período de seca (4 meses); a redução média anual do consumo foi de 7%.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL...
SEÇÃO CIRCULANTE

Califórnia

No Estado da Califórnia o programa de conservação de água foi baseado na informação geral, e na assistência técnica no que se refere ao emprego de medidas de conservação de água em todas as agências de água locais.

Como o setor de maior consumo de água na Califórnia é a agricultura, o Departamento Estadual de Recursos Hídricos deu um maior enfoque para este setor, através das seguintes medidas: programa de laboratório móvel para avaliação de sistemas de irrigação; desenvolvimento de um sistema de informação e gerenciamento da irrigação; e assistência e planejamento no gerenciamento da água no setor agrícola. Para o setor urbano, o programa contou com a detecção de vazamentos; otimização do uso da água na jardinagem; informações sobre conservação; educação pública; assistência e planejamento na administração de água urbana; planejamento de conservação da água de uso industrial e reuso da água.

Los Angeles

O Departamento de água e Energia de Los Angeles implementou um amplo programa de uso eficiente da água para os setores residencial, comercial e industrial. O departamento limitou o uso da água em áreas externas aos edifícios, além de desenvolver vários programas envolvendo a administração e debates sobre conservação de água para irrigação de jardins; programa piloto de irrigação residencial e redução de água para irrigação de longos gramados.

O programa educacional incluiu propagandas; um mês específico para a conscientização da importância e uso da água; programas escolares e envio de informações anexadas às contas. Uma lei determina a instalação de chuveiros de vazão reduzida (menor ou igual a 0,2 l/s) e de dispositivos para redução do volume de água consumido nas caixas das bacias sanitárias.

Foram disponibilizados, aos clientes residenciais, cerca de 1,3 milhões de chuveiros economizadores e 1,8 milhões de dispositivos para as bacias sanitárias. Los Angeles também adotou uma estrutura tarifária sazonal estimando um aumento do valor cobrado pela água durante os meses de verão.

O programa teve como resultado uma redução de 4% no consumo entre os anos de 1987 e 1990. A expectativa é de uma redução de até 15% em 2000.

Lompoc - Califórnia

Devido a escassez de água na cidade de Lompoc, em janeiro de 1990, iniciou-se um programa de conservação voluntário, composto principalmente por informação ao público (distribuição de panfletos sobre conservação, uso da mídia local para mostrar os métodos de economia de água de irrigação). Foram estabelecidas várias restrições e proibições no uso da água, incluindo: a rega de jardins entre 10:00 e 16:00; uso de água não potável para lavar calçadas; dentre outros. Além disso, tornou-se obrigatória a instalação de bacias de volume reduzido e mictórios em todas as novas construções comerciais, industriais e institucionais.

Foram distribuídos *kits* economizadores (gratuitos para residências de baixa renda e a um custo simbólico, de 5 dólares, para as demais residências). O programa alcançou uma redução cumulativa de 14,4% em 1990.

Aurora - Colorado

Em maio de 1984, o Departamento Público da cidade de Aurora distribuiu 13.000 *kits* de economizadores para o setor residencial com o objetivo de reduzir a demanda de água. O programa foi divulgado através da inserção nas contas de água e anúncios da mídia. Além disso,

o consumo de água para a rega de jardins nas novas construções foi limitado pelo código local. Com o programa, ocorreu uma redução de 6% no consumo de água residencial.

Leavenworth - Washington

Em 1987, a cidade divulgou um plano de otimização do consumo de água, tendo em vista que a sua taxa de consumo estava bem acima das demais cidades do leste da Califórnia. Em 1988, foram instalados medidores individuais, obtendo-se uma redução do consumo no verão, de aproximadamente 18% quando comparado com os anos anteriores. Em 1990, a estrutura de avaliação do volume consumido de água foi modificada, permitindo ajustes sazonais nas tarifas, baseados no consumo. Com a adoção das novas tarifas, o consumo durante os meses de verão caiu para 43%. Este decréscimo no consumo contribuiu para que os clientes se adaptassem ao novo sistema.

Foi dado um enfoque especial à educação pública e à informação sobre a conservação de água, incluindo um programa de educação para os jovens, além de campanhas publicitárias visando os consumidores residenciais.

Ashland - Oregon

O foco do programa de conservação de água da cidade de Ashland foi a verificação do consumo residencial. Foi feita uma auditoria, seguida da instalação de dispositivos redutores de volume para bacias sanitárias (ou uma bonificação de 75 dólares na compra de bacias de volume reduzido). Foram vistoriadas, em média 250 residências por ano. Foi incluído no programa um sistema de detecção de vazamentos e aumento de tarifas. A meta do programa, a longo prazo, é a redução do consumo no verão em 10%.

La Verne - Califórnia

Devido ao problema de escassez de água na Califórnia, a cidade de La Verne implementou um programa de redução de 20% no consumo em 1991, coibindo as práticas não economizadoras. Foi realizado um programa de educação pública e um programa de bonificação para instalação de aparelhos economizadores. O programa de bonificação oferecia, também, 100 dólares para melhorias no sistema de irrigação e uso da terra e 50 dólares para melhorias no sistema de água quente.

Canadá

No Canadá, o consumo aumentou de 24 bilhões de metros cúbicos (m³) por ano em 1972 para mais de 45 bilhões de m³ por ano em 1991 (cerca de 80%, enquanto que a população cresceu somente 3%). Os programas de conservação cresceram com um esforço de adiar os custos requeridos na expansão da água disponível.

O código canadense estipulou algumas normas para as novas construções, tais como a instalação de bacias de volume reduzido (6L) e de chuveiros de vazão reduzida. Também foram incentivadas, em todas as edificações, a substituição de aparelhos convencionais por economizadores, realizado o aumento das tarifas, regulamentado o uso de água em locais ao ar livre e desenvolvidos programas de conscientização para a conservação, que conduziram a uma redução global no consumo doméstico de 20%.

Houve implementação de medição e, posteriormente, uma comparação com os anos não medidos, concluindo-se que a média *per capita* de consumo era 60% mais alta quando não existia medição.

Cidade do México - México

A Cidade do México é uma das metrópoles com situação mais precárias no que diz respeito a abastecimento, devido a escassez da água. Esta difícil condição, agravada pelo acelerado crescimento populacional, uso irracional do recurso, dentre outros, motivou o governo a racionalizar e aproveitar de uma maneira mais adequada este insumo, combatendo o desperdício (GONÇALVES, 1995).

As principais ações realizadas foram: colocar em prática a manutenção preventiva, corrigindo e detectando vazamentos; conscientizar a população através de campanhas educativas, além de campanhas direcionadas às indústrias para o uso de água residual tratada. Foi também realizado um programa piloto de avaliação do desempenho de aparelhos sanitários de baixo consumo em edifícios públicos, institucionais e residenciais com o objetivo de avaliar a viabilidade da implantação deste programa em todo o Distrito Federal.

3.5 Implantação de Programas de Uso Racional de Água no Brasil

No Brasil, a preocupação com o desperdício de água é recente. O primeiro programa de redução iniciou-se em 1978, na Região Metropolitana de São Paulo. O objetivo do programa era reduzir o volume de perdas no sistema urbano para 20% até o final de 1983, através de ações como redução de vazamentos, melhoria na concepção do projeto de redes e melhoria na construção de obras (GONÇALVES, 1995).

O crescente índice de perdas e desperdícios, por parte dos usuários dos sistemas hidráulicos motivou o Ministério do Planejamento e Orçamento (MPO) a lançar, em março de 1998, através da Secretaria de Política Urbana (SEPURB), o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) cujo objetivo geral é "promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento

ambiental e da eficiência dos serviços, proporcionando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas" (SILVA et al. 1998a).

Para que estes programas obtenham sucesso, é necessário a participação das concessionárias de água, em conjunto com a comunidade através de campanhas educativas, parceria com os grandes consumidores e centros de pesquisas, com o intuito de adotar tecnologias de baixo consumo, induzindo as mudanças de hábitos e fazendo com que todos se sensibilizem e evitem o desperdício.

No Brasil, grande parte dos estudos relacionados com a conservação de água em edifícios contemplam, de uma forma sistêmica, uma ou mais medidas já apresentadas, que constituem o PURA, já citado anteriormente.

Além disso, programas de substituição de equipamentos pontuais tem sido realizados, normalmente por iniciativa dos empreendedores em edificações novas ou pelos administradores dos edifícios em uso, por isso não se dispõe de muitos dados consolidados.

OLIVEIRA (1999) desenvolveu uma metodologia para a implantação de PURAs, a qual será apresentada no item seguinte.

Como exemplos dos estudos realizados, devem ser destacados aqueles desenvolvidos pela SABESP, em conjunto com a Escola Politécnica da USP, em três edifícios institucionais e quatro comerciais localizados na cidade de São Paulo.

Na escola de 1º grau, foram substituídas 16 torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático. O resultado obtido foi a redução do consumo médio anual em 33%.

O IPT apresentava um consumo médio de 305.000 m³/ mês, passando para aproximadamente 142.000 m³. Esta redução de consumo, de cerca de 53%, se deu após os consertos de vazamentos nas redes e reservatórios, trocas de reparos de registros e monitoramento do consumo.

No Palácio dos Bandeirantes foram instaladas 434 torneiras hidromecânicas de lavatório e 158 válvulas de mictório e realizado o conserto dos vazamentos. O consumo passou de aproximadamente 93.739 para 78.687, ou seja, uma redução de cerca de 16%.

No primeiro edifício comercial (sede da SABESP), o consumo médio passou de 1330 m³ para 512 m³, após o conserto de vazamentos e a substituição de torneiras. Foram instaladas 34 torneiras eletrônicas, 30 hidromecânicas, 15 bacias sanitárias com 6 litros de descarga e 7 arejadores. O impacto de redução foi de aproximadamente 62%.

O outro edifício comercial estudado (Edifício da administração da ABV) apresentava um consumo de aproximadamente 484,8 m³ em Abril de 97, passando para aproximadamente 138 m³ em Agosto de 97. As ações implementadas foram o conserto de vazamentos e a instalação de 10 torneiras hidromecânicas, 5 válvulas hidromecânicas e 1 torneira de sensor infravermelho. A redução do consumo foi de cerca de 75%.

No terceiro edifício comercial (Edifício comercial do Sumidouro), foram efetuados consertos de vazamentos e instaladas 40 torneiras hidromecânicas, reduzindo o consumo de aproximadamente 2709 m³ para 472 m³, ou seja, um impacto de redução de cerca de 83%.

O quarto edifício comercial apresentava um consumo de aproximadamente 60.816 m³, passando para 43.990 m³ após a substituição de 39 torneiras hidromecânicas de lavatório e 24 válvulas de fecho automático de mictório. O impacto de redução foi de cerca de 28%.

ÁVILA et al. (1991) apud OLIVEIRA (1999), realizaram uma pesquisa num Restaurante e na Rodoviária de Santa Maria, RS, com o objetivo de comparar o consumo de água das torneiras convencionais e das hidromecânicas. Foram verificados reduções no consumo de 41,9% (banheiros masculinos) e de 77,11% (banheiros femininos) no restaurante. Na rodoviária, a redução foi de 52,9% nos banheiros masculinos e 29,38% nos banheiros femininos.

Num estudo conduzido numa cozinha industrial e numa cervejaria em São Paulo, foram realizadas as seguintes ações na cozinha: detecção e consertos de vazamentos visíveis e não visíveis, substituição de equipamentos convencionais por economizadores, campanha educacional; na cervejaria foi procedida a substituição de equipamentos convencionais por economizadores e a detecção e consertos de vazamentos (**TESIS, 1998 apud OLIVEIRA, 1999**).

O impacto de redução do consumo, na cozinha, foi de 12,4% após consertos de vazamentos e 12,23%, em relação a etapa anterior, após substituição de torneiras. Na cervejaria, a redução do consumo foi de 21,82% após a substituição de equipamentos.

3.6 Metodologia para a Implantação de Programas de Uso Racional da Água

Conforme salientado anteriormente, **OLIVEIRA (1999)** apresenta uma metodologia para a implantação de PURA em edifícios. Esta metodologia propõe a sistematização das ações a serem implementadas para a redução do consumo de água, que consistem basicamente em quatro etapas, as quais serão descritas a seguir:

- Auditoria do consumo de água;
- Diagnóstico do consumo de água no edifício;
- Plano de intervenção;
- Avaliação do consumo.

Auditoria do consumo de água

Esta etapa objetiva o conhecimento do sistema hidráulico através do levantamento de documentos, das características físicas e funcionais do edifício e dos procedimentos dos usuários ao utilizar o sistema.

De posse dos projetos arquitetônico e hidráulico prediais, para o conhecimento da distribuição dos ambientes, diâmetros e material das tubulações e dos tipos de sistemas hidráulicos que compõem o edifício, deve ser efetuado o cadastramento "*in loco*" dos componentes de utilização, através de planilhas contendo os tipos de componentes e as suas características, bem como as condições de operação.

Em conjunto com o levantamento, é recomendado realizar a detecção de vazamentos, já que ambos os trabalhos requerem a observação dos ambientes sanitários.

Diagnóstico do consumo de água no edifício

O diagnóstico é a organização dos dados obtidos na auditoria do consumo de água, devendo ser feito de forma simples e precisa. Esta etapa possibilita identificar as condições de operação do sistema hidráulico, bem como a forma de utilização da água e as possíveis perdas provenientes de vazamentos.

O diagnóstico deve conter informações tais como: consumo médio mensal de água (média do consumo durante um período de tempo, por exemplo, dos últimos doze meses); índice de consumo em questão (litros/pessoa/dia); índice de vazamentos - número de componentes com vazamento em relação ao total de componentes instalados; estimativa mensal do volume de água perdido em vazamentos; índice de perda mensal - volume de água perdido em vazamentos em relação ao volume de água mensal consumido.

Ao ser divulgado o diagnóstico, é recomendado informar aos usuários do sistema as ações implementadas para a redução do consumo de água, de forma a incentivá-los a dar continuidade ao programa.

Plano de intervenção

Baseado nas informações obtidas no diagnóstico, faz-se a elaboração do plano de intervenção, com o objetivo de reduzir o uso e os desperdícios de água no sistema hidráulico sem interferir no nível de conforto e de higiene dos usuários.

Para que o plano seja bem implementado, são recomendadas as seguintes ações: campanha de conscientização; correção de vazamentos; substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água; redução de perdas e indicativos de reaproveitamento de água em sistemas hidráulicos especiais; e campanha educativa para usuários específicos.

Se o edifício possuir sistemas hidráulicos especiais, deve-se fazer um estudo de viabilidade técnico-econômica para implementar a substituição de componentes convencionais por economizadores.

Para que o consumo de água em grandes sistemas seja controlado, é sugerida a implantação de sistema de medição setorizada. Este tipo de medição agiliza a detecção de vazamentos e de consumo excessivo, permitindo uma rápida atuação ao se detectar o problema.

Avaliação do impacto de redução do consumo de água

Esta avaliação consiste na verificação do resultados obtidos após a implementação de cada ação do plano de intervenção, através da leitura diária, semanal ou mensal do consumo no hidrômetro.

É importante que se verifiquem variáveis tais como aumento de temperatura, acréscimo (ou decréscimo) da população atendida, e eventos ocorridos no edifício, como limpeza de reservatórios, os quais implicam em variação no consumo.

O impacto de redução deve ser informado aos usuários do sistema através de campanhas de conscientização.

A referida autora apresenta dois estudos de caso nos quais foi aplicada a metodologia descrita acima: um hospital e uma escola de primeiro e segundo graus, os quais são descritos a seguir.

a) Hospital - Instituto do Coração (InCor)

Inicialmente, foi efetuada uma auditoria em janeiro de 1997 para a verificação do consumo de água do sistema. A partir de um histórico das contas de água foram determinados o consumo médio mensal (15.647 m³ em 1996 e 14.157 m³ em 1997), e o consumo médio diário (513 m³ em 1996 e 457 m³ em 1997). Foi realizado um diagnóstico preliminar, chegando-se ao índice de desperdício, por leito, de 36,6%, correspondente a um desperdício diário de 187 m³.

Foram cadastrados 1261 pontos de utilização, dos quais 305 estavam com vazamento. Destes, os que apresentaram maior desperdício foram as bacias sanitárias com válvula de descarga, com uma perda de aproximadamente 12.800 l/dia.

O diagnóstico mostrou também que o sistema hidráulico interno encontrava-se em condições precárias, com um índice de vazamento visível de 24% nas peças de utilização, correspondente a 12,8 m³/dia. Com base nos dados, foi elaborado um plano de intervenções estruturado em duas ações, as quais serão comentadas a seguir.

A primeira ação foi a correção de vazamentos (substituição de trechos de tubulações dos sistemas de água fria e hidrantes, eliminando os vazamentos não-visíveis e manutenção corretiva das peças de utilização); a segunda foi a substituição de componentes convencionais por economizadores. Além destas ações, foi implantado um sistema de medição setorizada para o monitoramento do consumo de água, facilitando o gerenciamento das informações de consumo.

A correção de vazamentos gerou uma redução de aproximadamente 28,4% no consumo. O consumo médio mensal passou de 12.964 m³ (1997) para 10.059 m³ (1998). O consumo médio diário sofreu uma redução de aproximadamente 15,3% após a substituição dos componentes.

b) Escola Estadual

A auditoria foi realizada em outubro de 1997. O histórico de consumo de água foi relativo ao período de agosto/96 a outubro/97, resultando num consumo médio mensal de 4.118 m³ (1996) e 4.103 m³ (1997). O consumo médio diário era de 134 m³ em 1996 e 135 m³ em 1997. O diagnóstico preliminar indicou um índice de desperdício de aproximadamente 85,6%.

Foram cadastrados 127 pontos de utilização, dos quais dois não estavam sendo utilizados e 9 estavam conectados ao sistema hidráulico externo. Dos 106 pontos restantes, somente 3 apresentavam vazamentos visíveis.

Com base no diagnóstico, o plano de intervenção foi estruturado em duas ações: correção de vazamentos e substituição de componentes convencionais por economizadores. O conserto de vazamentos abrangeu com maior ênfase o sistema hidráulico externo, por apresentar um maior índice de vazamentos não-visíveis (cerca de 7,4%).

Após a correção dos vazamentos, chegou-se a um impacto de redução de aproximadamente 94%. Houve, também, um impacto de redução de cerca de 8,9% após a substituição de componentes convencionais por economizadores, ou seja, o consumo baixou de 242 m³ para 220 m³. O impacto de redução total no sistema após a implementação do PURA foi de 95%, ou seja, uma redução no consumo de 4.142 m³.

Ao longo deste capítulo foram apresentados os vários estudos relacionados com a conservação de água em edifícios encontrados na bibliografia consultada, os quais serviram de base para o desenvolvimento do presente trabalho, cuja metodologia é apresentada no Capítulo seguinte.

4

Metodologia

Neste capítulo apresenta-se a metodologia aplicada na pesquisa de campo, a qual teve como objeto os edifícios localizados no *campus* da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Inicialmente, é apresentada a análise descritiva dos edifícios considerados, e os critérios adotados para a seleção da amostra e para a realização das atividades de campo. Na sequência, são apresentadas as atividades que constituíram a pesquisa de campo e a metodologia adotada na coleta dos dados.

4.1 Análise Descritiva dos Edifícios

O *campus* da UNICAMP está localizado no Distrito de Barão Geraldo, em Campinas, numa área de 2.447.097 m² (ver Anexo 2). Os edifícios que compõem atualmente a UNICAMP (cerca de 250), podem ser classificados, de acordo com o tipo de atividade desenvolvida em:

- Edifícios administrativos;
- Edifícios de sala de aula;
- Edifícios de sala de aula e de laboratórios;
- Edifícios hospitalares; e
- Edifícios especiais (aqueles não contemplados nas tipologias acima).

As três primeiras categorias apresentadas acima totalizam aproximadamente 131 edifícios (cerca de 52% dos edifícios do campus), do qual foram selecionados dezenove prédios, para a realização dos estudos, devido a sua representatividade.

Esses edifícios possuem um projeto arquitetônico padrão, no que se refere ao número e disposição dos ambientes sanitários. A maioria deles possui três pavimentos, sendo um térreo e dois pavimentos tipo. A estrutura é de concreto armado, com fechamento em alvenaria. Devido à flexibilidade necessária para a realização de cada atividade, são utilizadas divisórias para o seccionamento dos pavimentos em ambientes, o que resulta numa disposição interna diferenciada.

Os ambientes sanitários (banheiros), por sua vez, estão localizados intermediariamente entre o térreo e o primeiro pavimento (sanitários inferiores), e entre este e o segundo pavimento (sanitários superiores). Ambos são abastecidos somente com água fria, a partir do sistema de reservatórios superiores, o qual também abastece, em determinados edifícios, outros ambientes sanitários, denominados neste trabalho por secundários.

A título de ilustração, são apresentadas, no Anexo 3, as plantas baixas de dois edifícios - Faculdade de Engenharia Civil e Reitoria I.

4.2 Investigação de Campo

Na Figura 4.1 são apresentadas as atividades desenvolvidas na pesquisa de campo, as quais foram propostas a partir da revisão bibliográfica e das particularidades da tipologia em estudo.

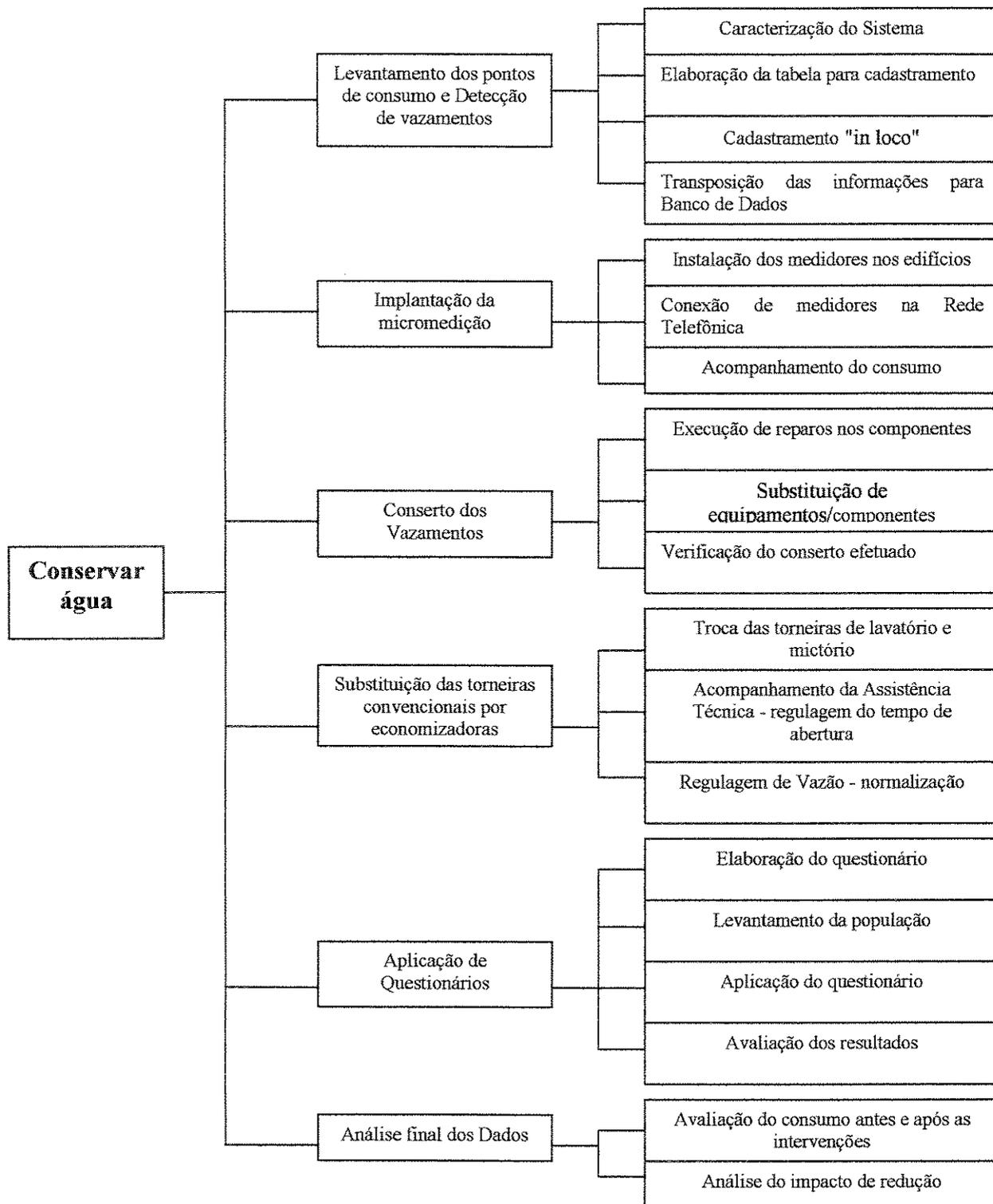


Figura 4.1: Etapas do Projeto de Conservação de água da UNICAMP.

4.2.1 Levantamento da população dos edifícios

Cerca de 30.000 pessoas freqüentam o Campus da UNICAMP diariamente (população fixa e flutuante). A população fixa corresponde às pessoas que são usuárias do sistema com freqüência e permanência contínuas, tais como funcionários, docentes e alunos em geral. A população flutuante compreende as pessoas que utilizam o sistema eventualmente, tais como os usuários do Hospital de Clínicas da UNICAMP.

A população flutuante, por suas características, é de difícil determinação; além disso, nos edifícios estudados, ela representa uma menor porcentagem. Assim, foi considerada neste trabalho apenas a população fixa. Os dados referentes à população fixa foram obtidos a partir das informações do setor de pessoal de cada Unidade¹ considerada.

Foi levantada também a população fixa dos edifícios em períodos de férias, licenças e afastamentos.

4.2.2 Levantamento dos pontos de consumo de água

Para a perfeita caracterização dos sistema de água fria a ser estudado, torna-se necessário o levantamento dos pontos de consumo de água.

Em edifícios onde existe o projeto "*as built*" (como construído), este levantamento pode ser realizado diretamente a partir da documentação existente; porém, isto não se verifica na maioria dos edifícios da UNICAMP. Mesmo se a realidade fosse essa, muitas vezes a decisão de

¹ A unidade é composta por um ou mais edifícios que realizam atividades similares (pesquisa e ensino numa mesma área de conhecimento, por exemplo).

efetuar modificações ao longo do período de uso do edifício fica a cargo das Unidades, não sendo efetuado nenhum cadastro, seja ele localizado ou centralizado.

Assim, na maioria dos edifícios o sistema executado não corresponde à documentação de projeto em sua íntegra, sendo necessário o cadastramento "*in loco*".

Esse cadastramento foi realizado por uma equipe de estagiários que, de posse do projeto, visitava os edifícios e anotava as alterações verificadas. No Anexo 4 é apresentado um exemplo da Tabela empregada para o cadastramento dos pontos de consumo. As informações levantadas foram inseridas num banco de dados, tendo em vista o contínuo acompanhamento e atualização.

4.2.3 Implantação da micromedição e avaliação do consumo de água

Conforme comentado no *Capítulo 3*, a inexistência de micromedição constitui-se num fator gerador de desperdícios, visto que, sem o conhecimento do volume consumido não existe motivação para economia e um vazamento não visível não é facilmente detectado.

O sistema de abastecimento de água para o Campus da UNICAMP é constituído por uma rede de distribuição e por reservatórios elevados, alimentados tanto por poços artesianos como também pela rede pública operada pela concessionária de águas local.

O abastecimento a partir da rede pública é macromedido através de seis hidrômetros, cuja localização é apresentada no Anexo 5.

Por sua vez, os edifícios são agrupados em diferentes unidades, centros e núcleos, sendo o abastecimento desses edifícios realizado a partir de um ou mais ramais de alimentação.

A micromedição está sendo gradualmente implantada em todas as Unidades do *Campus*, sendo empregado para tanto medidores eletrônicos conectados via cabo telefônico, cujos dados são transmitidos para um computador central. No item seguinte são apresentados os componentes e o princípio de funcionamento do sistema de medição eletrônica.

4.2.3.1 Medição eletrônica

Os medidores eletrônicos possuem, além dos componentes básicos dos hidrômetros mecânicos, já tradicionalmente empregados, dispositivos (cabos e registradores) que possibilitam o armazenamento automático do consumo e o envio dos sinais coletados, além de sensores, microcontrolador e *display*. Os componentes de transmissão são compostos por um *repeater*, e um *software* de controle de dados

Através de um *display* são apresentadas, no hidrômetro, informações tais como: volume total de água acumulada e vazão instantânea entre outros. O medidor pode armazenar, também, o consumo mensal dos últimos doze meses, gerando um perfil de consumo de água da edificação, que só pode ser obtido através de um coletor de dados.

O princípio de funcionamento destes medidores consiste na passagem do fluxo de água por uma câmara de medição, fazendo com que uma hélice gire, sensibilizando quatro sensores eletrônicos supervisionados por um microcontrolador que detecta o sentido do fluxo da água, gerando as informações que serão enviadas para o computador central.

Os hidrômetros com o registrador são conectados pelo barramento M-BUS a um microcomputador, onde um software gerencia toda a rede. Dados como volume acumulado atual, data de leitura ajustada e vazão instantânea são automaticamente transmitidos e armazenados em uma base de dados, podendo ser analisados graficamente.

Na Figura 4.2 é apresentado um medidor eletrônico e na Figura 4.3 mostra-se a Tela principal do programa de gerenciamento de dados empregado na UNICAMP.

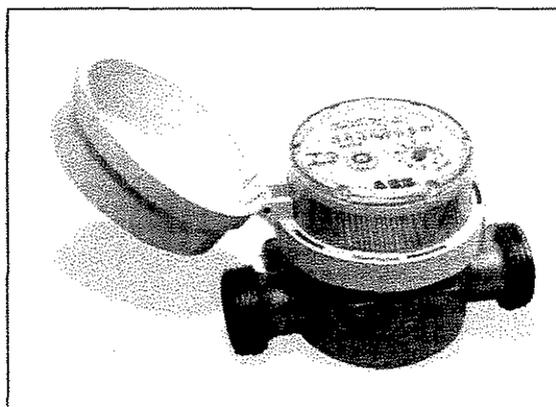


Figura 4.2: Medidor Eletrônico
 Fonte: Catálogo do fabricante

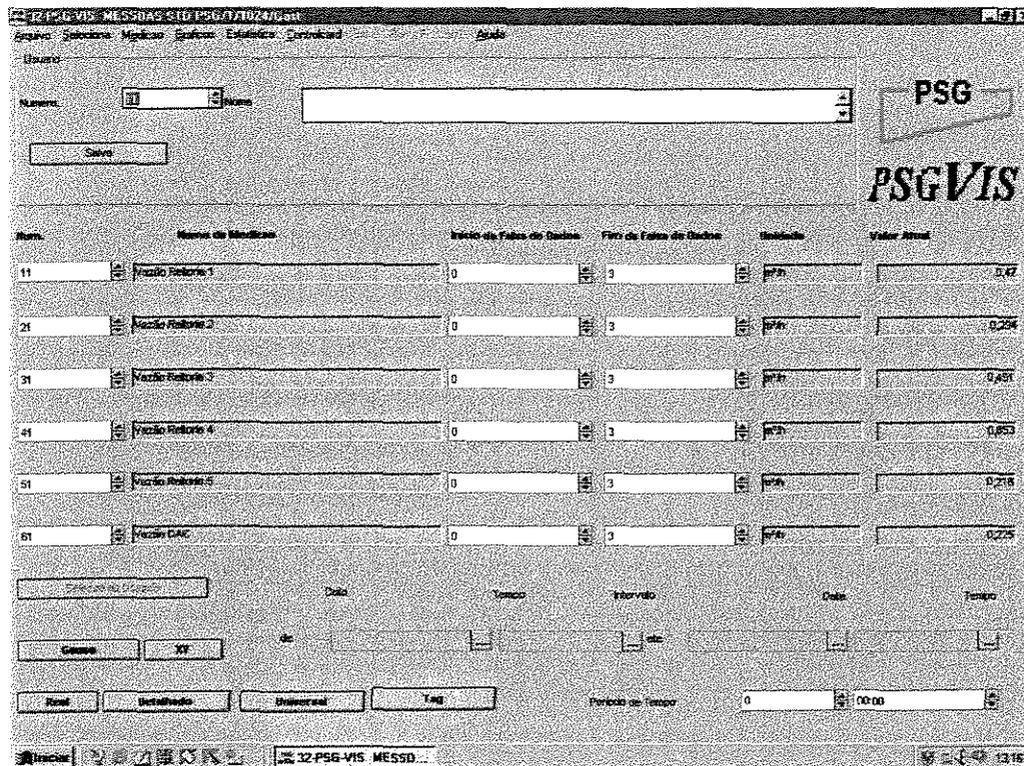


Figura 4.3: Tela principal do programa de gerenciamento dos dados.

Antes da implementação da micromedição na UNICAMP, foi realizado um estudo piloto na Faculdade de Engenharia Civil (FEC), sendo empregado nesse caso um medidor por ultra-som, o qual permite a avaliação do consumo de água sem qualquer intervenção na rede. Os componentes e princípio de funcionamento desse sistema são apresentados no item 4.3.3.2.

Também foram empregados, numa fase preliminar, alguns medidores mecânicos, os quais foram posteriormente substituídos por equipamentos eletrônicos.

4.2.3.2 Medição por ultra-som (estudo piloto)

O sistema de aquisição de dados utilizado no estudo piloto constitui-se, basicamente de um medidor de vazão por ultra-som, sensores e cabos que transmitem os dados coletados para uma central de processamento, onde é feito o controle e a programação de acordo com as características da tubulação. Por sua vez, este terminal converte os impulsos recebidos em dados de vazão enviando-os automaticamente para o computador onde os mesmos devem ser arquivados por um operador.

A principal vantagem deste sistema é que ele dispensa o contato direto dos sensores com o fluido, não sendo necessário, portanto, o corte do tubo para a interposição do medidor. A conexão do medidor à tubulação é feita através da instalação de sensores externamente ao tubo, fixados por braçadeiras.

O princípio físico de operação do medidor baseia-se na propagação de ondas de ultra-som, emitidas nas frequências de 150 kHz a 3 Mhz através do meio líquido. No caso do líquido usado, a água, a velocidade de propagação é de aproximadamente 1490 m/s à temperatura ambiente. Os sensores, instalados externamente a tubulação, são emissores e receptores que devem formar um determinado angulo entre o tubo, a montante e a jusante, emitindo um pulso

ultra-sônico entre si. Os pulsos saem de ambos os sensores ao mesmo tempo, mas chegam em tempos diferentes caso haja vazão, sendo esta medida definida como diferencial de tempo.

Estes dados de vazão são enviados a um terminal do próprio medidor, e podem ser armazenados ou enviados para um microcomputador, permitindo uma maior autonomia no que se refere ao armazenamento dos dados. Nas figuras 4.4 e 4.5 são apresentados, respectivamente a conexão dos sensores na tubulação e o sistema de aquisição e armazenamento dos dados.

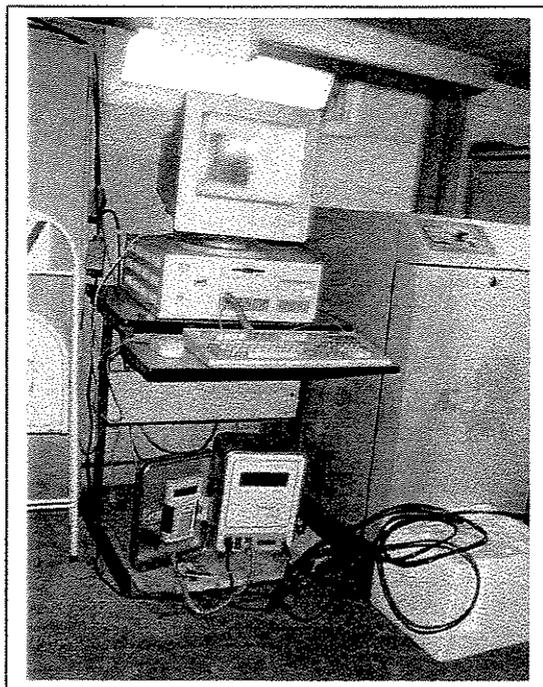


Figura 4.4: Medição por ultra-som - Sistema de aquisição de dados

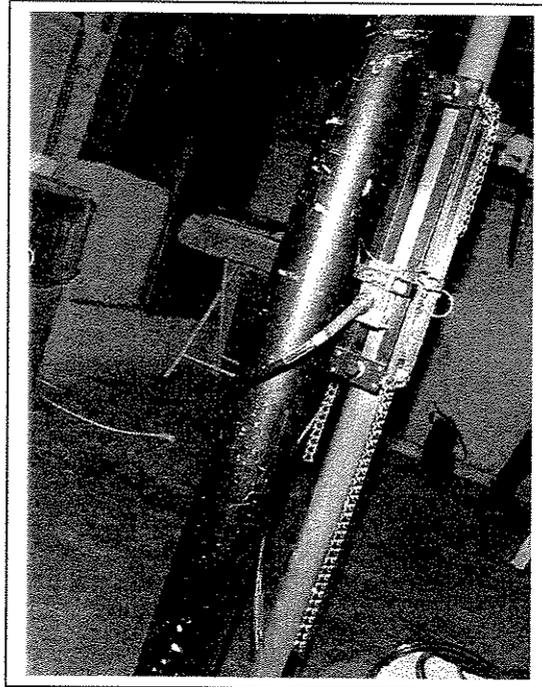


Figura 4.5: Medição por ultra-som - Conexão dos sensores

O sistema empregado foi aferido no Laboratório de Hidráulica da Faculdade de Engenharia Civil - UNICAMP. Com a prévia aferição de faixas de vazão possíveis em uma tubulação com características semelhantes àquela a ser estudada e utilizando recipientes devidamente graduados; os dados obtidos através do medidor foram comparados com os dados reais já gerados anteriormente (razão entre o volume obtido com os recipientes graduados e o tempo necessário para enchê-los).

Em seguida, foi efetuada uma nova aferição, já na tubulação em estudo, para verificar a precisão do medidor. Constatou-se um erro de 6% com relação aos dados de vazão obtidos com os equipamentos devidamente calibrados.

4.2.4 Detecção e conserto de vazamentos

Conforme apresentado no Capítulo 3, a detecção dos vazamentos nos sistemas prediais pode ser feita a partir da realização de testes chamados expeditos e especiais.

No presente trabalho, foram realizados os seguintes testes (expeditos):

- Exame visual de flexíveis, registros, torneiras de bóia, torneiras de lavatórios, bebedouros, etc.;
- Teste do corante (inicialmente) e teste da caneta nas bacias sanitárias.

O teste do corante, cuja descrição detalhada é apresentada no Anexo 1, consiste essencialmente em adicionar um corante à água do poço da bacia sanitária, retirando-se uma amostra inicial e uma segunda amostra após um determinado tempo.

Este teste mostrou-se inviável devido ao tempo demandado para a sua realização - cerca de trinta minutos - totalizando 4 horas a cada 08 bacias (número médio de aparelhos instalados na maioria dos edifícios). Outra desvantagem é que o mesmo necessita de um considerável volume de água proveniente do vazamento para ocorrer uma mudança na coloração da segunda amostra em relação à primeira, sendo possível detectar somente grandes vazamentos.

Cabe ressaltar que este teste é francamente recomendado na bibliografia para a detecção de vazamentos em bacias sanitárias, independente do número de bacias a ser analisado. Para contornar este problema, foi desenvolvido um teste que emprega uma caneta com tinta solúvel em água.

Este teste consiste em secar o interior da bacia sanitária com papel higiênico, passar a caneta hidrográfica solúvel em água no interior da bacia e então detectar visualmente os vazamentos. Cabe ressaltar que, devido às características das bacias brasileiras, o ideal é que este teste seja realizado após um longo período sem utilização (início da manhã, por exemplo). A Figuras 4.6 e 4.7 ilustram o procedimento descrito.

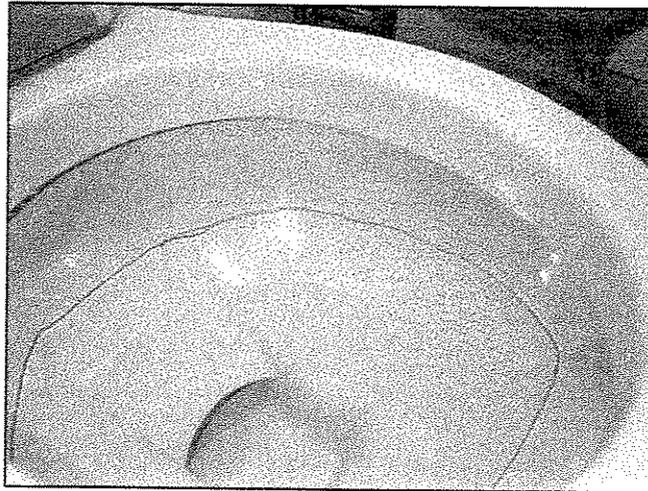


Figura 4.6: Linha tracejada no interior da bacia sanitária.



Figura 4.7: Bacia sanitária com vazamento em filete.

O procedimento descrito foi proposto tendo por base o teste recomendado na norma NBR 9060 (ABNT, 1997) para a avaliação da capacidade de limpeza das paredes da bacia sanitária.

Este teste apresentou as seguintes vantagens:

- rapidez na detecção dos vazamentos;
- possibilidade de detecção de pequenos vazamentos, como os filetes;
- fácil remoção da tinta da caneta após a descarga; e,
- baixo custo.

4.2.5 Substituição de torneiras tradicionais por economizadoras de água

Nos edifícios que constituem o escopo deste trabalho podem ser encontrados os seguintes aparelhos sanitários:

- Bacia sanitária com caixa acoplada (BSCX);
- Bacia sanitária com válvula (BSV);
- Mictório (MIC);
- Torneira de lavatório (LAV);
- Torneira de pia de cozinha (PIA);
- Torneira de lavagem em geral (TOR);
- Ducha higiênica (DH); e,
- Bidê.

As torneiras dos lavatórios e mictórios foram selecionadas para a substituição pelos equipamentos economizadores pela menor intervenção no sistema existente.

Foram utilizadas torneiras hidromecânicas, as quais são técnica e economicamente adequadas para a tipologia em estudo. O custo para aquisição das torneiras hidromecânicas compactas, em lojas de materiais de construção, é da ordem de R\$ 93,00, enquanto que as eletrônicas custam aproximadamente R\$ 732,00. Além disso, as intervenções necessárias numa edificação existente para a instalação de torneiras hidromecânicas são menores, uma vez que não necessitam de pontos de eletricidade e nem geram custos adicionais de manutenção, instalação e outros insumos como compra de baterias e/ou aumento na conta de energia.

Na figura 4.8 são apresentados os tipos de torneiras de mictório e lavatório empregados no presente estudo, bem como os reguladores de vazão utilizados em conjunto com as torneiras de lavatório.

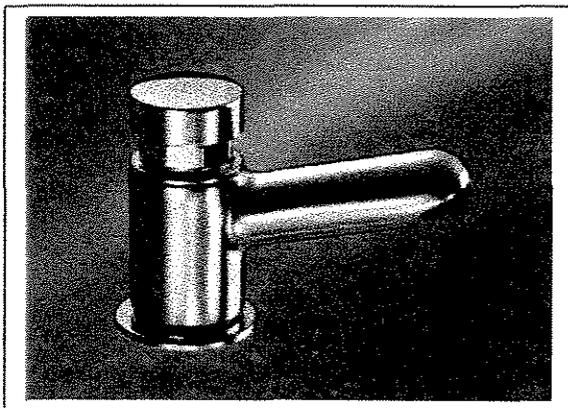


Figura 4.8 a): Torneira de lavatório

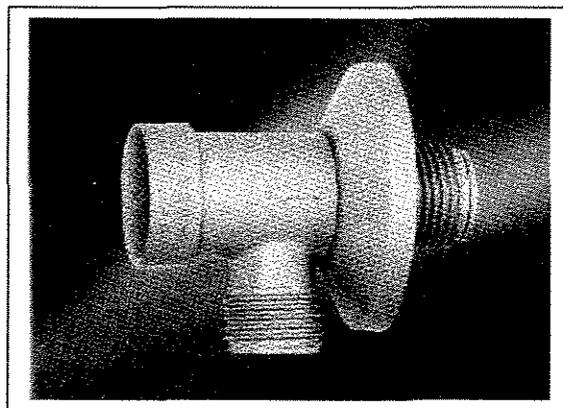


Figura 4.8 b): Regulador de vazão

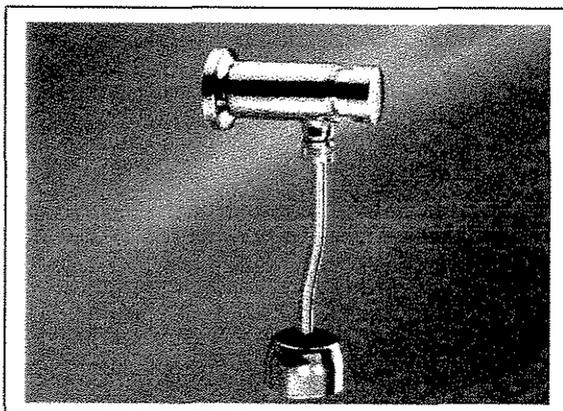


Figura 4.8 c) Torneira de mictório

Após instaladas as torneiras economizadoras, foram efetuadas regulagens do tempo de abertura e de vazão, por uma equipe de estagiários e por um técnico da empresa responsável pelos produtos.

4.2.6 Elaboração e aplicação do questionário para a avaliação das torneiras economizadoras

Com o objetivo de levantar os hábitos e a opinião dos usuários no que se refere à substituição das torneiras tradicionais por economizadoras, foi elaborado um questionário composto, basicamente, por três partes:

1. Caracterização dos usuários;
2. Descrição das atividades, frequência de uso e tempo de duração das torneiras dos lavatórios;
3. Opinião sobre o desempenho das válvulas de mictórios e das torneiras de lavatório economizadoras com relação às tradicionais.

Com relação à aplicação do questionário, foi feito um levantamento da população de cada prédio analisado. Em alguns prédios foi possível aplicar o questionário para até 50% dos usuários, pelo fato da população ser pequena; em outros casos, o questionário foi aplicado para 30% da população.

Em alguns edifícios, os integrantes da equipe aplicaram o questionário entrevistando os usuários. Nos demais edifícios, os questionários eram entregues e após um período de 15 dias, a equipe recolhia os formulários.

No Anexo 6 é apresentado um modelo do questionário empregado.

5

Resultados e Análises

Neste Capítulo apresenta-se os resultados obtidos na pesquisa de campo, desenvolvida em dezenove edifícios da UNICAMP. A apresentação e análise dos resultados está desenvolvida de acordo com os itens apresentados na Metodologia descrita no Capítulo 4.

5.1. Análise Descritiva dos Edifícios Selecionados

Na Tabela 5.1 é apresentado o período de investigação e as características dos edifícios selecionados para a realização das atividades de campo. O número de pontos de consumo relacionados contempla apenas aqueles destinados às atividades de higiene pessoal.

Da análise dessa Tabela, considerando-se a amostra como um todo, verifica-se que:

- a população fixa média dos edifícios com a arquitetura padrão descrita no item 4.3.1 é igual a 67, com um desvio padrão de 18 pessoas; para os demais edifícios a população média é de 21 pessoas, com um desvio padrão igual a 13;
- o número total de pontos de consumo é igual a 441; desse total, cerca de 35,8% são lavatórios e mictórios. Cabe ressaltar que os mictórios em alguns edifícios são do tipo calha, com um ou mais pontos de alimentação de água.

Tabela 5.1: Análise Descritiva dos Edifícios Seleccionados.

| UNIDADE | POPULAÇÃO FIXA | PONTOS DE CONSUMO | | | | | | | | | | Nº EDIF | PERÍODO (Meses) |
|------------------|-------------------|-------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|----|----|-----|---------|--------------------|
| | | LAV | BSCX | BSV | PIA | TOR | MIC | BIDE | BD | FL | D.H | | |
| FEC | 66 | 8 | 8 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 01 | 16 |
| REITORIA I (*) | 77 | 21 | 8 | 7 | 3 | 4 | 8 | 4 | 2 | 0 | 2 | 01 | 16 |
| REITORIA II (*) | 84 | 8 | 4 | 0 | 4 | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 01 | 16 |
| REITORIA III (*) | 61 | 10 | 6 | 0 | 7 | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 01 | 16 |
| REITORIA IV (*) | 88 | 10 | 8 | 0 | 5 | 5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 01 | 16 |
| REITORIA V (*) | 79 | 9 | 9 | 0 | 5 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 01 | 16 |
| DAC (*) | 40 | 8 | 4 | 0 | 2 | 7 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 01 | 9 |
| FEA (**) | TECAL | 39 | 12 | 0 | 18 | 0 | 12 | 1 | 0 | 2 | 9 | 02 | 5 |
| | DEPAN | 22 | 6 | 0 | 5 | 3 | 6 | 1 | 0 | 2 | 2 | 02 | 5 |
| | CNCS | 30 | 13 | 0 | 15 | 1 | 6 | 1 | 0 | 1 | 2 | 02 | 5 |
| | ADM (*) | 39 | 10 | 6 | 0 | 3 | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 01 | 5 |
| | EA | 33 | 10 | 4 | 4 | 1 | 12 | 3 | 2 | 2 | 3 | 02 | 5 |
| | NEPA | 18 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 01 | 5 |
| | OLEO | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 01 | 5 |
| | PESQ. | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 01 | 5 |

Nota 1: LAV- Lavatório; BSCX- Bacia Sanitária com Caixa de Descarga; BSV- Bacia Sanitária com Válvula; TOR- Torneiras de Uso em Geral; MIC - Mictório; BD- Bebedouro; FL- Filtro; D.H - Ducha Higiénica.

Nota 2: (*)Prédios que possuem a arquitetura padrão a descrita no item 4.3.1.

Nota 3: (**) Este edifício possui ainda 771 torneiras , dos quais 1% apresentaram vazamentos.

5.2 Detecção de Vazamentos

A Figura 5.1 apresenta a situação geral dos pontos de consumo de água nos edifícios analisados.

Nas Tabelas 5.2 e 5.3 são apresentados os vazamentos por tipo de ponto de consumo e por edifício analisado.

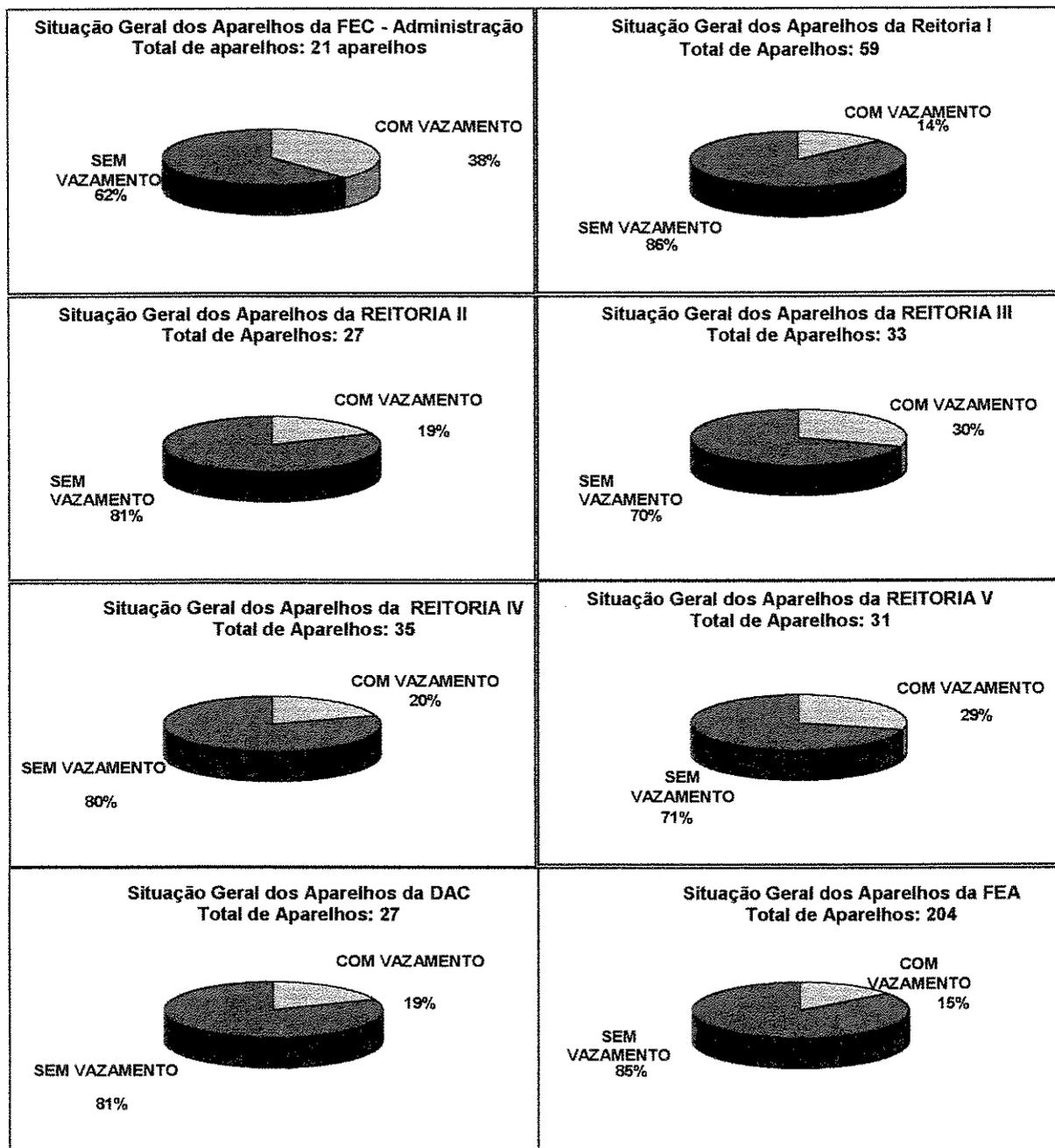


Figura 5.1: Situação Geral dos Pontos de Consumo dos Edifícios analisados

Nota: A unidade FEA possui, além dos 204 aparelhos, 771 torneiras, onde o índice de vazamentos foi de 1%.

Tabela 5.2: Número de vazamentos por tipo de ponto de consumo para cada edifício analisado

| APARELHOS | FEC | | | REITORIA I | | | REITORIA II | | | REITORIA III | | | REITORIA IV | | | REITORIA V | | | DAC | | | FEA (*) | | |
|--------------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | c/vaz | s/vaz | total | c/vaz | s/vaz | total | c/vaz | s/vaz | total | c/vaz | s/vaz | total | c/vaz | s/vaz | total | c/vaz | s/vaz | total | c/vaz | s/vaz | total | c/vaz | s/vaz | total |
| LAV. | 0 | 8 | 8 | 1 | 20 | 21 | 0 | 8 | 8 | 2 | 8 | 10 | 2 | 8 | 10 | 0 | 9 | 9 | 1 | 7 | 8 | 4 | 52 | 56 |
| BSCX | 5 | 3 | 8 | 2 | 6 | 8 | 4 | 0 | 4 | 6 | 0 | 6 | 5 | 3 | 8 | 8 | 1 | 9 | 3 | 1 | 4 | 6 | 9 | 15 |
| BSV | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 26 | 42 |
| PIA | 0 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0 | 4 | 4 | 1 | 6 | 7 | 0 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 1 | 1 | 2 | 0 | 9 | 9 |
| TOR. | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | 4 | 1 | 4 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 6 | 6 | 0 | 7 | 7 | 1 | 44 | 45 |
| MIC. | 2 | 0 | 2 | 1 | 7 | 8 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | 7 | 8 |
| BIDÉ | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 4 | 4 |
| BD | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 7 | 8 |
| FL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 | 17 |
| DH. | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 8 | 16 | 24 | 8 | 51 | 59 | 5 | 22 | 27 | 10 | 24 | 34 | 7 | 28 | 35 | 9 | 22 | 31 | 5 | 22 | 27 | 30 | 174 | 204 |

Nota 1: LAV- Lavatório; BSCX- Bacia Sanitária com Caixa de Descarga; BSV- Bacia Sanitária com Válvula; TOR- Torneiras de Uso em Geral; MIC - Mictório; BD- Bebedouro; FL- Filtro; D.H- Ducha Higiênica.

Nota 2: (*) Este edifício possui ainda 771 torneiras, dos quais 1% apresentaram vazamentos.

Tabela 5.3: Porcentagem de vazamentos por ponto de consumo para todos os edifícios analisados.

| APARELHOS | COM VAZAMENTO (%) | SEM VAZAMENTO (%) | NÚMERO TOTAL DE PONTOS |
|--------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| LAV. | 7.7 | 92.3 | 130 |
| BSCX | 6.3 | 93.7 | 62 |
| BSV | 36.7 | 63.3 | 49 |
| PIA | 7.9 | 92.1 | 38 |
| TOR.* | 3.8 | 96.2 | 78 |
| MIC. | 21.4 | 78.6 | 28 |
| BIDÊ | | 100 | 13 |
| BD | 11 | 89 | 18 |
| FL | 4.5 | 95.5 | 22 |
| DH. | | 100 | 3 |
| TOTAL | 18.6 | 81.4 | 441 |

* Foi desconsiderado as 771 torneiras existentes na unidade FEA, dos quais 1% apresentaram vazamentos.

Nota 1: LAV- Lavatório; BSCX- Bacia Sanitária com Caixa de Descarga; BSV- Bacia Sanitária com Válvula; TOR- Torneiras de Uso em Geral; MIC - Mictório; BD- Bebedouro; FL- Filtro; D.H - Ducha Higiênica.

Nota 2: (*)Prédios que possuem a arquitetura padrão a descrita no item 4.3.1.

Nota 3: (**) Este edifício possui ainda 771 torneiras , dos quais 1% apresentaram vazamentos.

Da Figura 5.1 verifica-se que a incidência de vazamentos em todos os edifícios estudados foi significativa: 14 a 38% dos pontos apresentaram vazamentos.

Da análise das Tabelas anteriores, verificou-se que a bacia foi o aparelho sanitário que apresentou o maior índice de vazamentos (cerca de 62,9% das bacias com caixa e 36,7% das bacias com válvula de descarga). Os mictórios também apresentaram um grande índice de vazamentos (cerca de 21,4% da amostra).

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Cabe destacar uma falha de projeto detectada em todos os edifícios analisados, a qual se repete na maioria dos edifícios do *campus*: as tubulações de extravasão e limpeza dos reservatórios superiores estão conectadas, respectivamente, nos sistemas prediais de águas pluviais e esgoto.

No caso da extravasão, isto impossibilita a rápida detecção e conseqüente conserto de vazamentos decorrentes de falhas nas torneiras de bóia (no edifício da FEC, um problema na torneira de bóia foi responsável por grande parte do volume de água consumido no período de estudo). Com a tubulação de limpeza executada da forma descrita, o fechamento incompleto do registro de gaveta após uma atividade de manutenção não é percebido pelo usuário, o que pode gerar uma grande perda de água.

Os dados referentes ao número de torneiras de bóia com defeito estão disponíveis apenas para o prédio do estudo piloto, onde os problemas acima foram detectados, sendo então sugerido ao setor central de manutenção a modificação desses componentes, de forma que o escoamento se desse em local visível e de fácil percepção.

5.3 Avaliação do consumo de água nos Edifícios Selecionados

5.3.1 Considerações Iniciais

Alguns edifícios da amostra tiveram o monitoramento do consumo de água numa fase anterior às intervenções realizadas, porém, isto não foi possível em todos eles, principalmente, devido à dificuldade de implantação da micromedicação.

Como a rede de abastecimento existente no *campus* não prevê a micromedicação, muitos edifícios possuem diferentes entradas de água, sendo necessário a execução de obras para a interligação dessas tubulações e instalação do hidrômetro propriamente dito.

Conforme comentado no Capítulo 4, estão sendo instalados hidrômetros eletrônicos na UNICAMP. Numa fase anterior à aquisição desse medidores, em alguns edifícios analisados, foram instalados hidrômetros mecânicos, os quais foram posteriormente substituídos pelos eletrônicos. Além disso, no edifício da FEC foi utilizado um medidor por ultra-som porque este tipo de equipamento permite a medição do consumo sem qualquer intervenção na rede (ver item 4.2.3).

A partir dos registros dos medidores eletrônicos foram elaborados perfis de consumo para uma semana típica, após a realização de todas as intervenções propostas. Vale ressaltar que, como a reservação é composta por várias caixas elevadas e o sistema de alimentação de água para as mesmas é efetuado a partir de mais de uma torneira de bóia, os perfis de consumo apresentados representam o comportamento da alimentação das caixas, o qual depende não somente dos hábitos dos usuários, mas também das características da reservação (dimensões e número de caixas, regulagem das torneiras de bóia, entre outros).

5.3.2 Faculdade de Engenharia Civil - FEC

O monitoramento do consumo de água foi realizada no período de 27/11/98 a 02/05/99, sendo interrompido durante as férias, englobando a avaliação do consumo de água, a detecção e conserto de vazamentos e por último, a substituição das torneiras convencionais por economizadoras de água.

A detecção dos vazamentos nos pontos de consumo dos banheiros foi feita visualmente e também através da realização de testes expeditos nas bacias sanitárias - uso de corante nas caixas de descarga (ver Anexo 1).

Além dos pontos de consumo, foram verificadas as torneiras de bóia, sendo constatada, conforme descrito no item 5.3.1, a interligação direta do extravasor no sistema de águas pluviais. Nas Figuras 5.2 a 5.4 são apresentados os detalhes dessa ligação antes e depois da modificação efetuada.

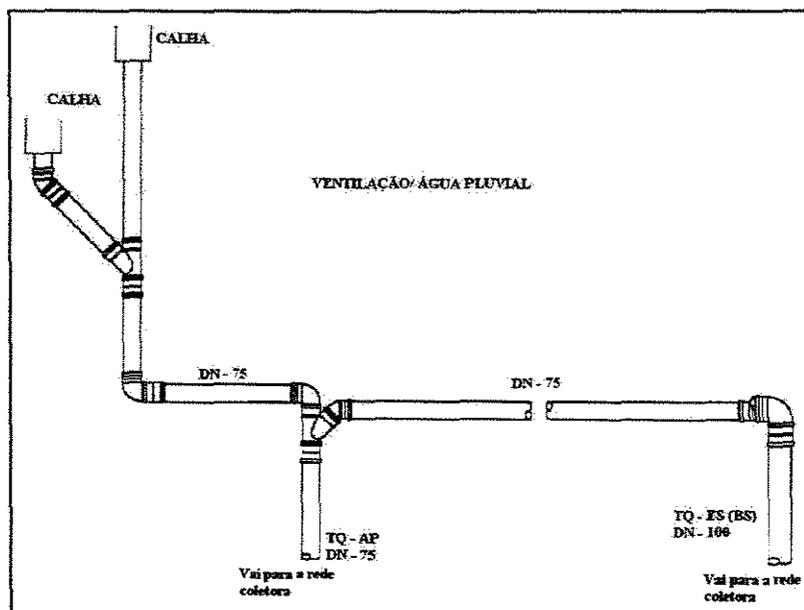


Figura 5.2: Esquema da ligação do extravasor no sistema de águas pluviais.

Fonte: Nunes et al., 1999.

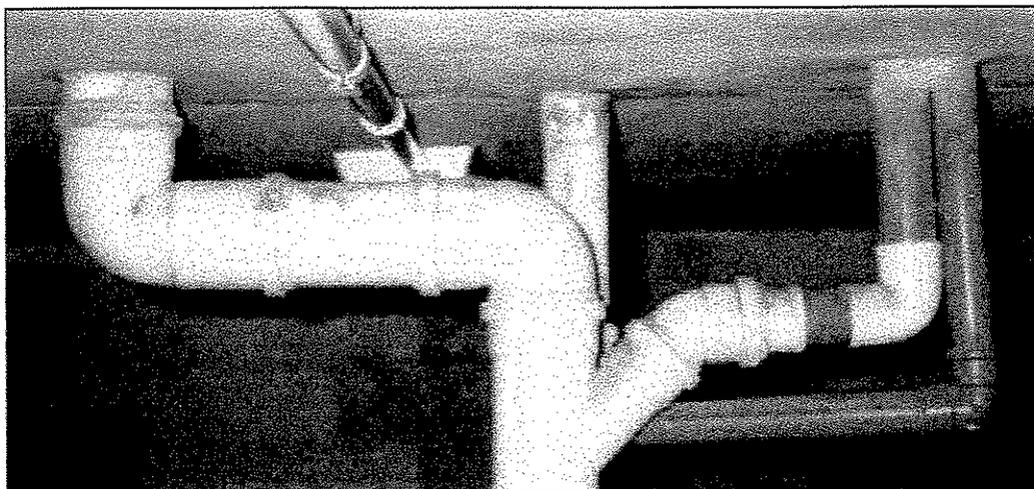


Figura 5.3: Detalhe da ligação do sistema de extravasão.

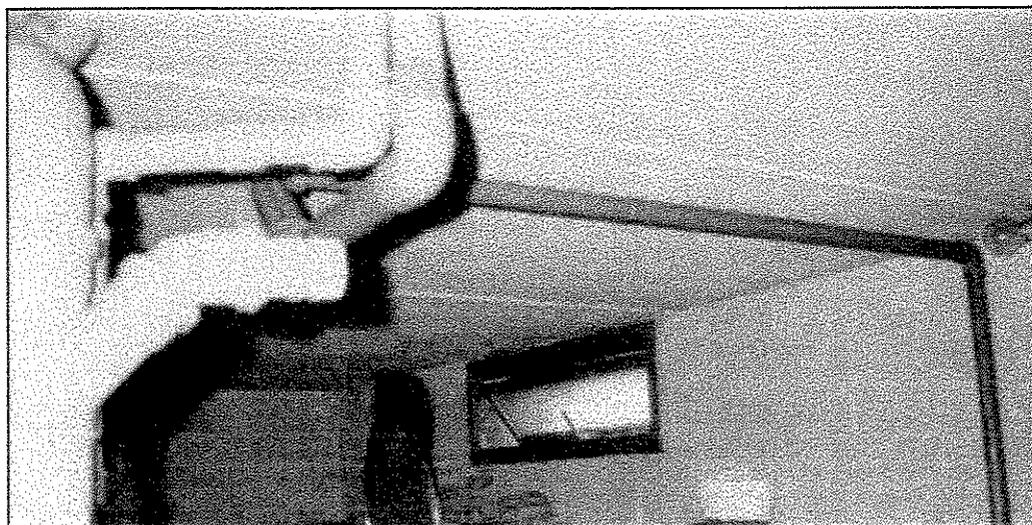


Figura 5.4: Detalhe da modificação do sistema de extravasão.

Na Figura 5.5 é apresentado o comportamento da vazão ao longo de um dia de medição antes da detecção de vazamentos. Foi verificado que, mesmo no horário noturno, existia uma

vazão constante de 0,25 l/s, em média, o que indicava a presença de vazamentos. Os resultados da detecção foram apresentados na Tabela 5.2 (item 5.2), onde verifica-se cerca de 38% dos pontos de consumo deste edifício apresentavam vazamentos. O consumo médio, neste período, foi de 19,52 m³/dia, com desvio padrão de 0,79. O consumo mensal era de cerca de 603,1 m³, sendo este consumo estimado em função dos dias medidos, os quais não necessariamente contabilizam o mês inteiro.

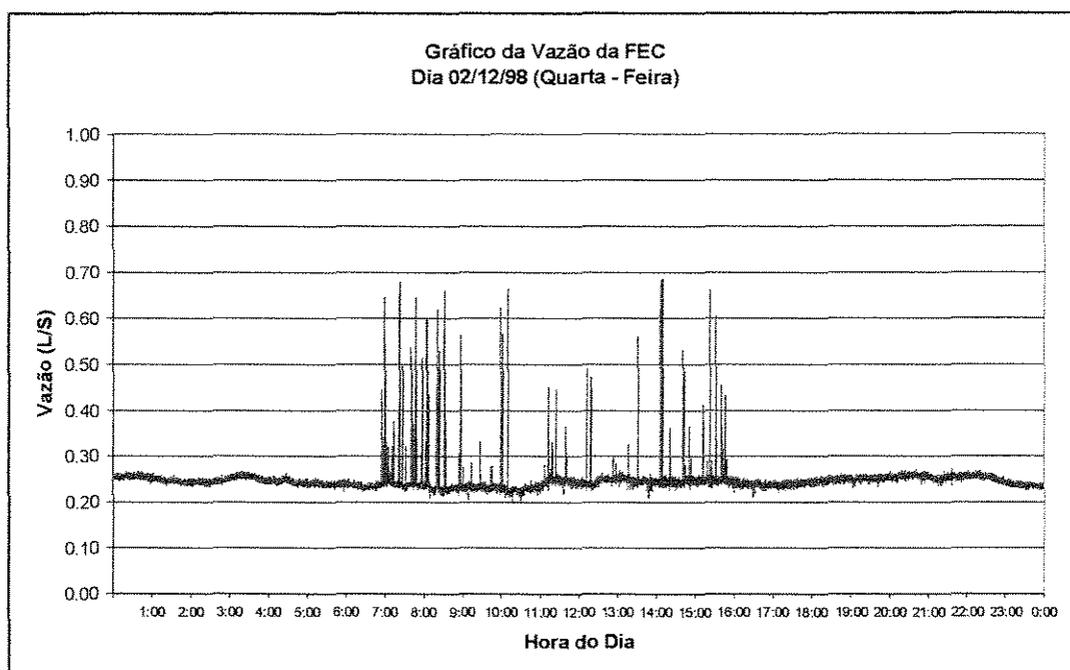


Figura 5.5: Gráfico de vazão antes das intervenções - FEC.

Foram efetuados os seguintes consertos: troca da torneira de tanque; regulagem das torneiras de bóia de todas as bacias sanitárias e troca das torneiras de bóia dos reservatórios. O consumo médio, após esta etapa, foi de 8,4 m³/dia, com desvio padrão de 4,07.

Mesmo após o conserto dos vazamentos detectados, percebeu-se que no período noturno, ainda, permanecia um consumo diferente de zero, indicando a presença de vazamentos. Ao realizar uma nova vistoria no edifício, verificou-se que a perda de água era devido à desregulagem das torneiras de bóia dos reservatórios. O consumo passou então para 4,4 m³/dia,

com desvio padrão igual a 0,93. A figura 5.6 mostra a situação do consumo de água do edifício após o conserto dos vazamentos.

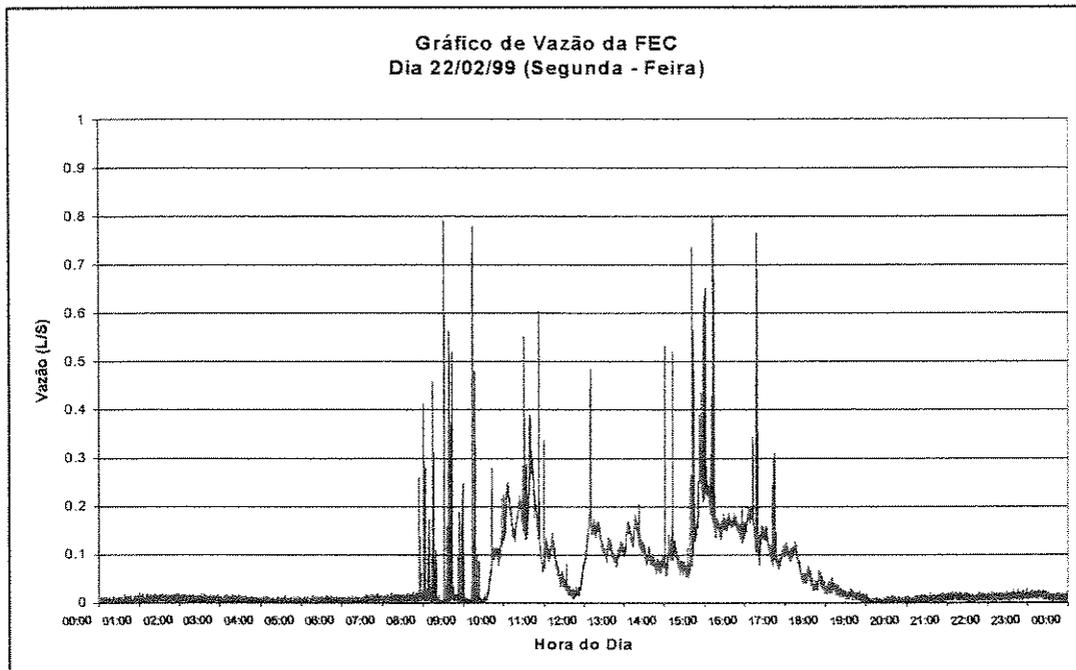


Figura 5.6: Gráfico de Vazão após o conserto dos vazamentos - FEC.

Numa etapa posterior, foi realizada a substituição das torneiras convencionais dos lavatórios e mictórios por torneiras economizadoras de água. O consumo médio, após esta atividade, passou a ser 2,3 m³/dia, com desvio padrão de 1,14.

A redução do consumo após o conserto de vazamentos, foi de aproximadamente 77%. Após a substituição das torneiras, o consumo médio diário foi reduzido em aproximadamente 88%, ou seja, 17,22 m³/dia. O consumo médio mensal passou para 75,25 m³, sendo a redução de aproximadamente 87,5%.

5.3.3 REITORIA I

Conforme citado anteriormente, neste edifício não foi possível realizar o monitoramento do consumo de água antes e após todas as intervenções realizadas.

Numa primeira etapa, preliminar à instalação dos medidores, foi realizada a detecção (apenas inspeção visual) e conserto de vazamentos, em paralelo com a modificação das tubulações de limpeza e extravasor. Esta etapa foi realizada em Fevereiro de 1999.

A outra etapa das atividades realizadas no edifício em estudo engloba o cadastramento dos pontos de consumo, conserto dos vazamentos encontrados, substituição de torneiras convencionais por economizadoras, implantação de micromedição e monitoramento do consumo de água.

O monitoramento do consumo de água foi efetuado, inicialmente, com hidrômetros mecânicos, (Junho à Agosto/1999) e, posteriormente, com hidrômetros eletrônicos (Outubro/1999 à Maio/2000). A verificação do consumo, com hidrômetros mecânicos, foi realizada através de leituras, as quais foram efetuadas somente nos dias úteis.

A detecção dos vazamentos foi efetuada visualmente e também através da realização de testes expeditos nas bacias sanitárias. Foram efetuados consertos nas torneiras de lavatório e pia (que não seriam substituídas), regulagens de torneiras de bóia de todas as bacias sanitárias e nas válvulas de descarga. Na seqüência, foi realizada a substituição das torneiras convencionais dos lavatórios e mictórios por torneiras economizadoras de água.

Na Figura 5.7 são apresentados os volumes diários verificados após o conserto dos vazamentos. Os valores constantes no gráfico correspondem à média dos volumes verificados nos dias úteis analisados. O consumo mensal neste edifício, era cerca de 113,76 m³. Cabe ressaltar

que o consumo mensal foi estimado em função dos dias efetivamente medidos, os quais não necessariamente contabilizam o mês inteiro.

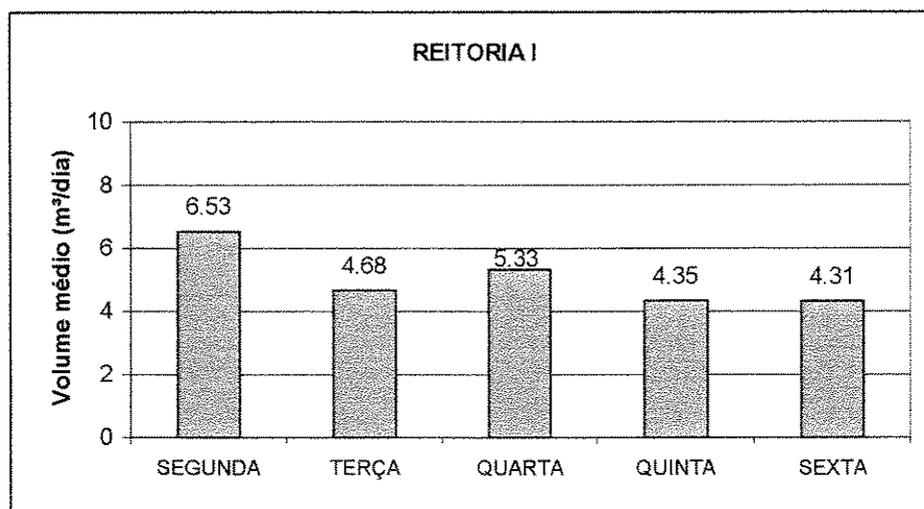


Figura 5.7: Consumo médio diário após o conserto dos vazamentos - Reitoria I.

Verifica-se, da análise da Figura 5.7, que o consumo médio encontrava-se na faixa de 5,04 m³/dia, com desvio padrão igual a 0,92.

Vale ressaltar que este edifício possui características especiais no que se refere à população flutuante, o que justifica a variabilidade encontrada no consumo diário de água. Ao longo de todo período de estudo, verificou-se que o volume consumido nas segundas feiras era superior aos demais dias da semana.

O consumo médio verificado após a realização de todas intervenções descritas, é apresentado na Figura 5.8.

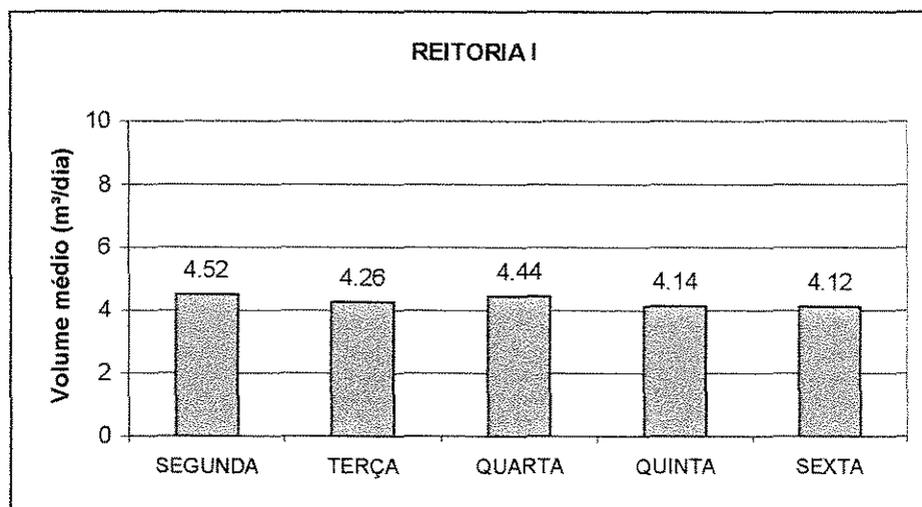


Figura 5.8: Consumo médio diário após realização das intervenções- Reitoria I.

Da análise dessa Figura, verifica-se que o consumo médio passou para 4,3 m³/dia com desvio padrão de 0,18, sendo a redução do consumo de cerca de 15%, ou seja 0,74m³/dia. O consumo médio mensal passou para 83,94 m³, sendo a redução de aproximadamente 26%.

Na Figura 5.9 são apresentados os perfis de consumo de água nos dias úteis (entrada de água nos reservatórios), para uma determinada semana após o término da avaliação, para o edifício em questão.

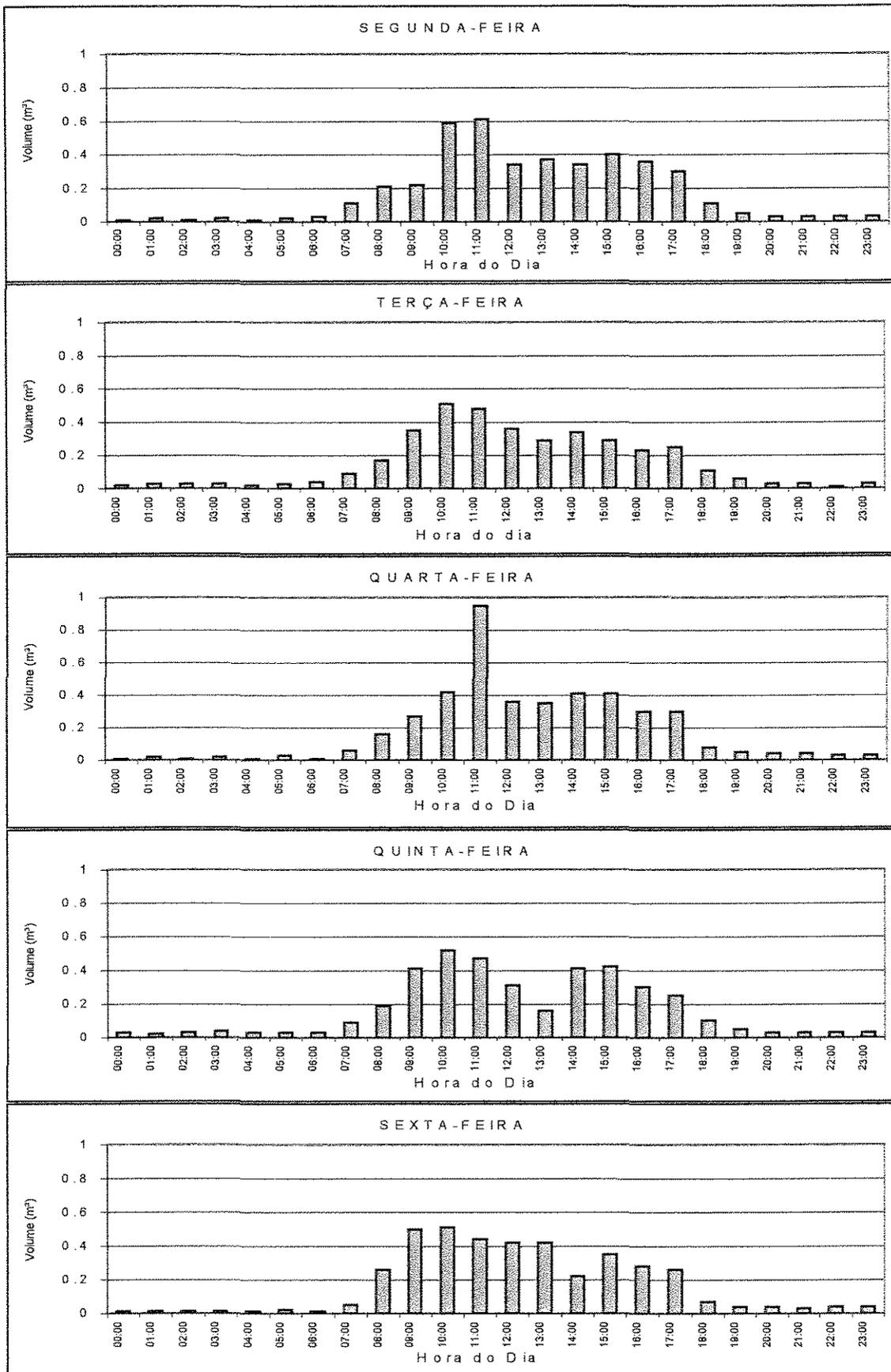


Figura 5.9: Perfil de Consumo dos dias úteis - Reitoria I.

Da análise da Figura anterior, verifica-se que o suprimento do reservatório superior, encontra-se distribuído ao longo de todo o dia, sendo o período de maior consumo de 2 ou 3 horas, conforme o dia da semana, usualmente entre 10:00 e 13:00 horas. Vale ressaltar que o consumo verificado essencialmente no início da manhã é correspondente às atividades de limpeza do edifício. À noite, continua existindo consumo devido ao fato de que este edifício é utilizado pela vigilância.

5.3.4 REITORIA II

De maneira similar ao edifício da Reitoria I, o monitoramento do consumo de água, neste edifício foi realizado apenas após a segunda etapa de conserto de vazamentos.

Anteriormente à instalação dos medidores, foi realizada a detecção (apenas inspeção visual) e o conserto de vazamentos, em paralelo com a modificação das tubulações de limpeza e extravasor. Esta etapa foi realizada em Fevereiro de 1999.

A outra etapa das atividades realizadas no edifício em estudo engloba o cadastramento dos pontos de consumo, conserto dos vazamentos encontrados, a substituição de torneiras convencionais por economizadoras, a implantação da micromedição e o monitoramento do consumo de água.

O monitoramento do consumo de água foi efetuado, inicialmente, com hidrômetros mecânicos, (Abril à Agosto/1999) e, posteriormente, com hidrômetros eletrônicos (Outubro/1999 à Maio/2000). A leitura do consumo, nos hidrômetros mecânicos, foi efetuada somente nos dias úteis.

A detecção dos vazamentos foi efetuada visualmente e também através da realização de testes expeditos nas bacias sanitárias. Foram efetuados consertos nas torneiras de uso em geral e nas torneiras de bóia de todas as bacias sanitárias.

Na seqüência, foi realizada a substituição das torneiras convencionais dos lavatórios e mictórios por torneiras economizadoras de água.

Na Figura 5.10 são apresentados os volumes diários após o conserto dos vazamentos. Os valores constantes no gráfico correspondem à média dos volumes nos dias úteis analisados, durante todo o período de estudo.

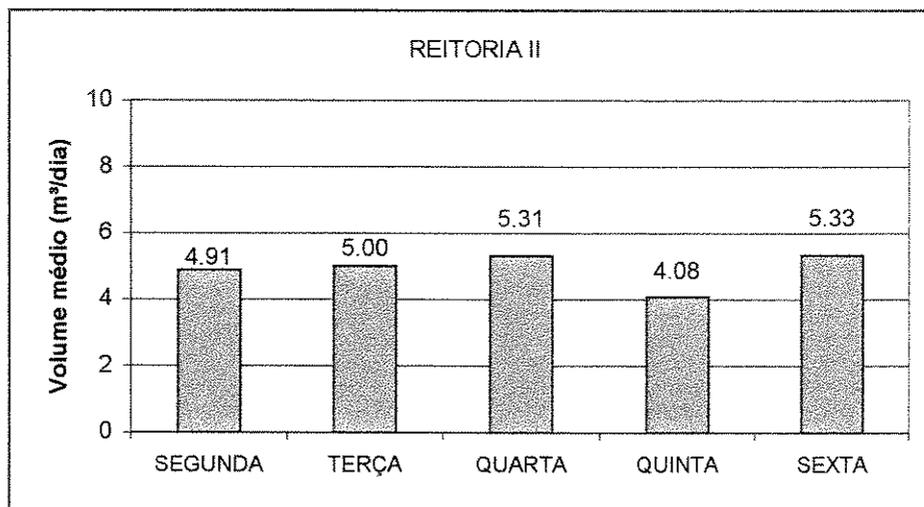


Figura 5.10: Consumo médio diário após o conserto dos vazamentos - Reitoria II.

Verifica-se, da análise da Figura 5.10, que o consumo médio (dias úteis) encontrava-se na faixa de $4,9 \text{ m}^3/\text{dia}$, com desvio padrão igual a $0,51$. O consumo mensal era de cerca de $107,94 \text{ m}^3$, sendo este valor estimado em função dos dias medidos, não necessariamente contabilizando o mês inteiro.

Após efetuada todas as intervenções, o consumo médio passou para $3,7 \text{ m}^3/\text{dia}$, com desvio padrão igual a $0,1$ (ver Figura 5.11). A redução foi de cerca de 26% , ou seja, $1,3 \text{ m}^3/\text{dia}$. O consumo mensal foi reduzido para $82,72 \text{ m}^3$ (cerca de 23%).

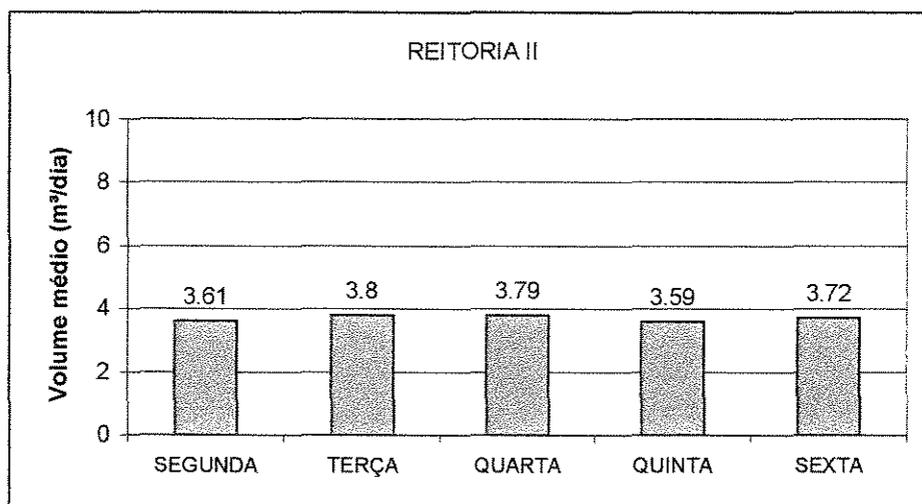


Figura 5.11: Consumo médio diário após a realização das intervenções - Reitoria II.

Os perfis do consumo de água, do sistema de reservação, nos dias úteis, numa determinada semana após o término da avaliação, para este edifício, são apresentados na Figura 5.12.

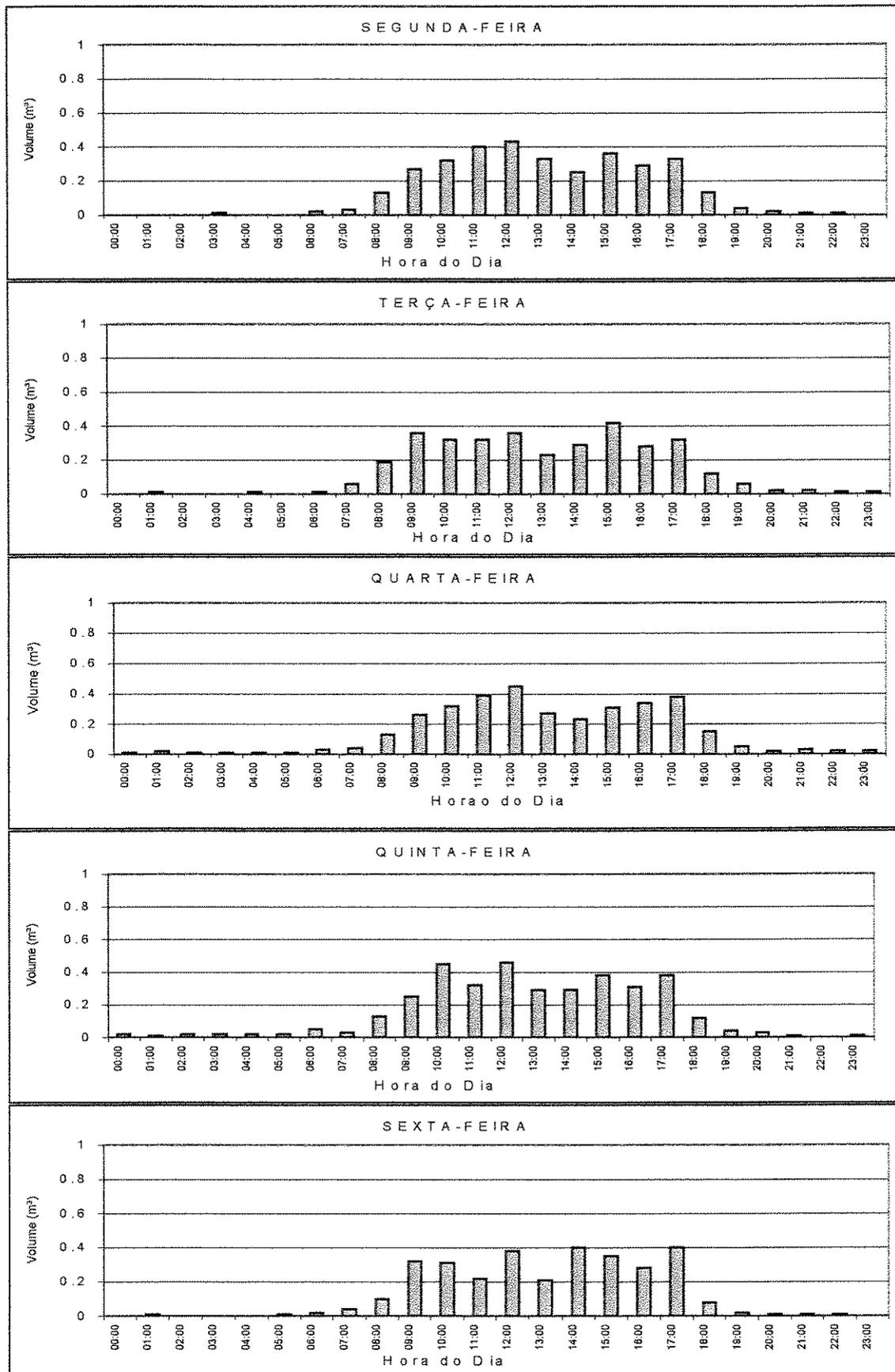


Figura 5.12: Perfil de Consumo dos dias úteis - Reitoria II.

Da análise da Figura anterior, verifica-se neste edifício a ocorrência de dois picos de consumo em determinados dias da semana: entre 11:00 e 13:00 e entre 15:00 e 17:00 horas.

5.3.5 REITORIA III

Neste edifício, o monitoramento do consumo também foi realizado apenas após a segunda etapa de conserto de vazamentos.

A detecção (apenas inspeção visual) e conserto de vazamentos, em conjunto com a modificação das tubulações de limpeza e extravasor, foram realizadas anteriormente à instalação dos medidores. Esta etapa foi efetuada em Fevereiro de 1999.

As demais atividades realizadas no edifício em estudo englobam o cadastramento dos pontos de consumo, o conserto dos vazamentos encontrados, a substituição de torneiras convencionais por economizadoras, a implantação de micromedição e o monitoramento do consumo de água.

O monitoramento do consumo de água foi efetuado, inicialmente, com hidrômetros mecânicos, (Abril à Agosto/1999) e, posteriormente, com hidrômetros eletrônicos (Outubro/1999 à Maio/2000).

A detecção dos vazamentos foi efetuada visualmente e também através da realização de testes expeditos nas bacias sanitárias. Foram efetuados consertos nas torneiras de lavatório e de pia e nas torneiras de bóia de todas as bacias sanitárias.

Na seqüência, foi realizada a substituição das torneiras convencionais dos lavatórios e mictórios por torneiras economizadoras de água.

Na Figura 5.13 são apresentados os volumes diários após o conserto dos vazamentos. Os valores constantes no gráfico correspondem à média dos volumes nos dias úteis analisados, durante todo o período de leitura, anterior à instalação dos componentes economizadores.

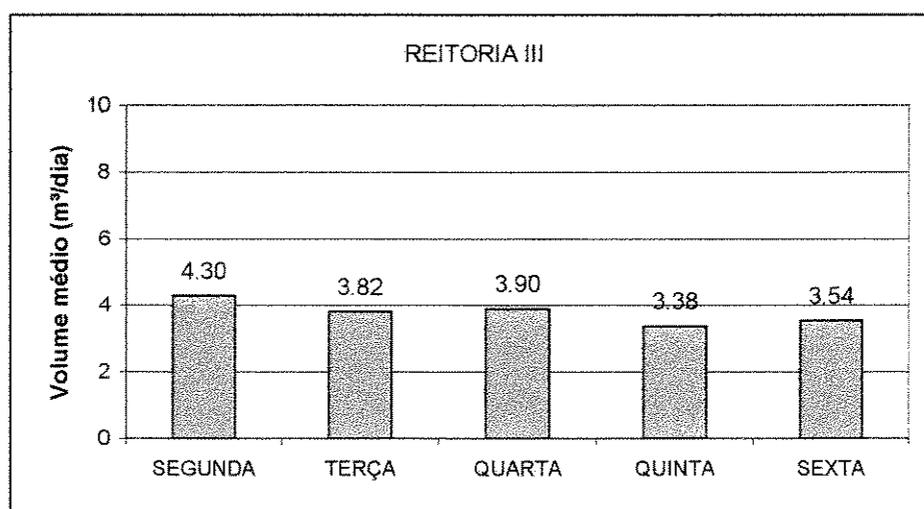


Figura 5.13: Consumo médio diário após o conserto dos vazamentos- Reitoria III.

Verifica-se, da análise da Figura 5.13, que o consumo médio (dias úteis) encontrava-se na faixa de 3,8 m³/dia, com desvio padrão igual a 0,35. O consumo mensal era de 82,7 m³, valor este, estimado em função dos dias medidos, não necessariamente contabilizando o mês inteiro.

A Figura 5.14 apresenta o consumo médio após a realização de todas as intervenções.

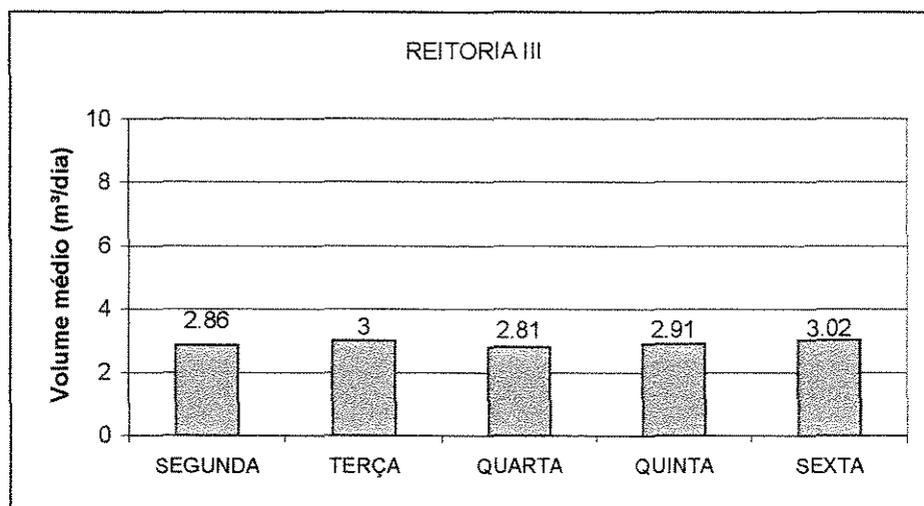


Figura 5.14: Consumo médio diário após a realização das intervenções - Reitoria III.

Da análise dessa Figura, verifica-se que o consumo passou para 2,9 m³/dia, com desvio padrão de 0,1, a redução do consumo foi de cerca de 24%, ou seja, 0,7 m³/dia. O consumo mensal passou para 70,26 m³ (redução de aproximadamente 15%).

A Figura 5.15 apresenta a distribuição do consumo de água, numa determinada semana, após o término da avaliação.

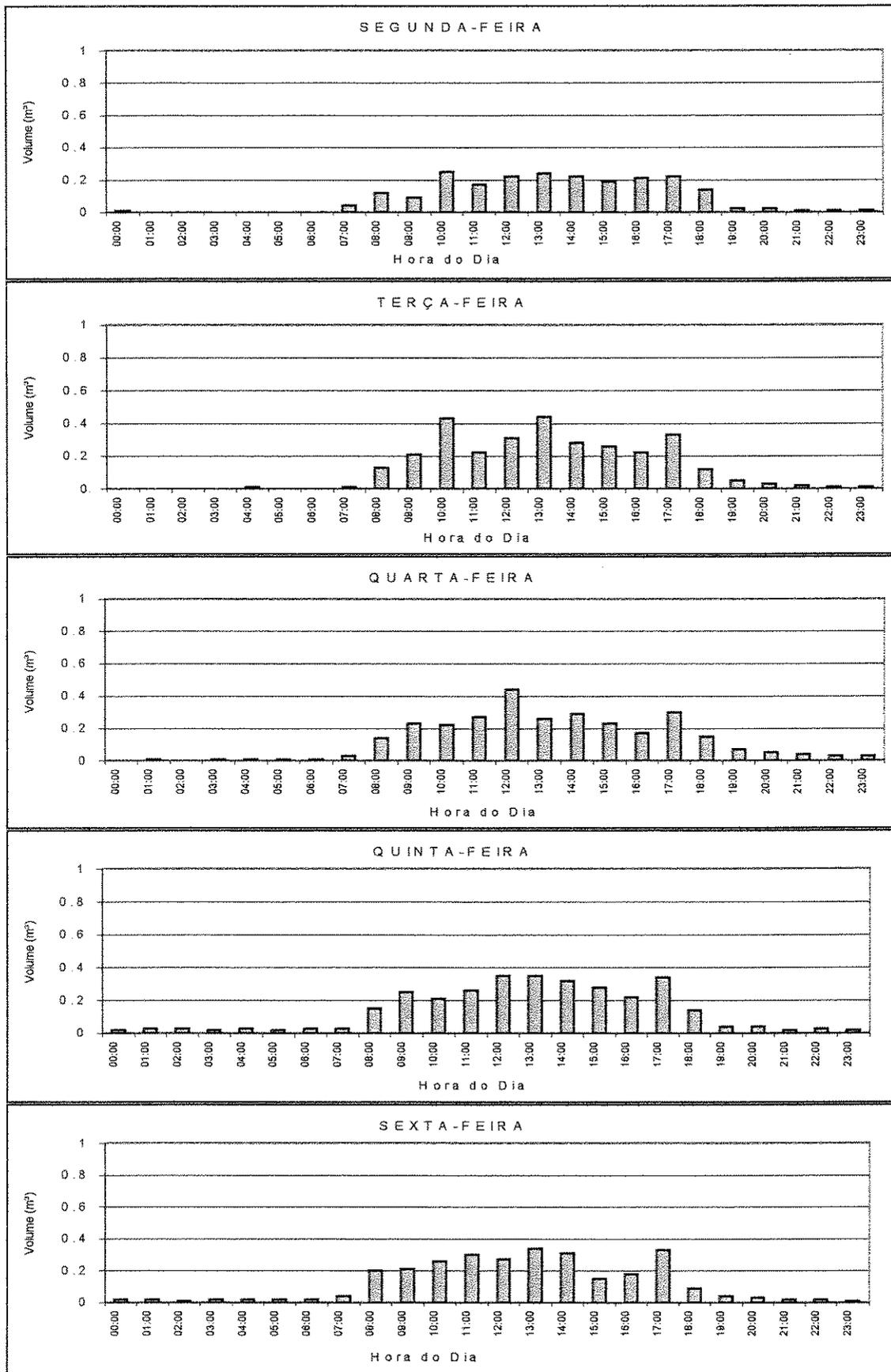


Figura 5.15: Perfil de consumo dos dias úteis - Reitoria III.

De acordo com a Figura 5.15, verifica-se que, neste edifício, o suprimento dos reservatórios superiores encontra-se uniformemente distribuído das 8:00 às 19:00 horas, praticamente inexistindo períodos de maior utilização. Os picos de consumo, em cada dia da semana, não ocorrem sempre no mesmo horário.

5.3.6 REITORIA IV

O monitoramento do consumo de água neste edifício também foi realizado somente após a segunda etapa de conserto dos vazamentos. As atividades realizadas anteriormente e após a instalação dos medidores são as mesmas já descritas para os demais edifícios das Reitorias.

O monitoramento do consumo de água foi efetuado inicialmente com hidrômetros mecânicos, (Abril à Agosto/1999) e, posteriormente, com hidrômetros eletrônicos (Outubro/1999 à Maio/2000). A detecção dos vazamentos foi efetuada visualmente e também através da realização de testes expeditos nas bacias sanitárias. Foram efetuados consertos nas torneiras de lavatório e nas torneiras de bóia das bacias sanitárias.

Numa etapa posterior, foram substituídas as torneiras convencionais dos lavatórios e mictórios por torneiras economizadoras de água. Na Figura 5.16 são apresentados os volumes diários após o conserto dos vazamentos.

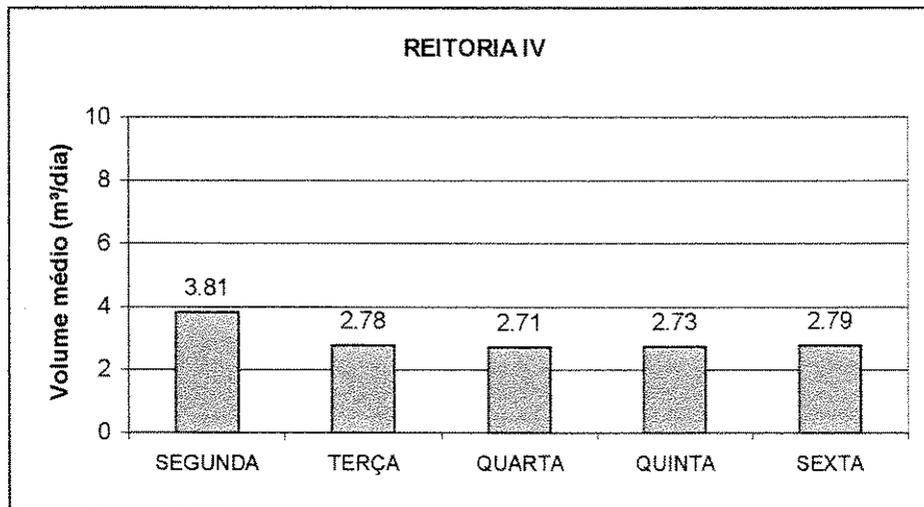


Figura 5.16: Consumo médio diário após conserto de vazamentos - Reitoria IV.

Os valores constantes no gráfico 5.16 correspondem à média dos volumes verificados nos dias úteis, durante todo o período de leitura anterior à instalação das torneiras economizadoras. Verifica-se, da análise dessa Figura, que o consumo médio (dias úteis) era igual a 3,71 m³/dia, com desvio padrão de 0,95. O consumo médio mensal era da ordem de 64,8 m³.

O consumo médio após efetuadas todas as intervenções é apresentado na Figura 5.17.

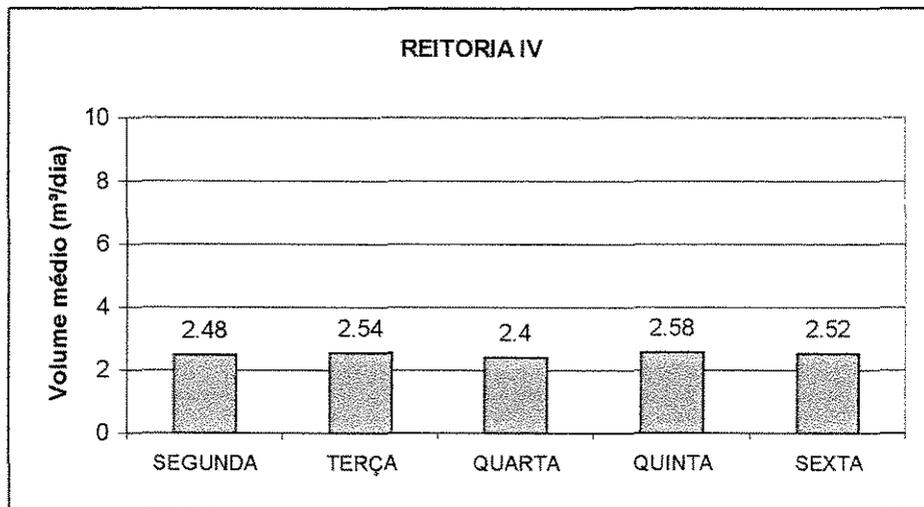


Figura 5.17: Consumo médio diário após a realização das intervenções - Reitoria IV.

Da análise da Figura 5.17, verifica-se que o consumo médio foi de 2,5 m³/dia, com desvio padrão de 0,07. A redução do consumo foi de cerca de 33%, ou seja, 1,21 m³/dia. O consumo mensal passou para 50,64 m³ (cerca de 22%).

A Figura 5.18 apresenta os perfis do consumo de água nos dias úteis, numa determinada semana após o término da avaliação, para este edifício.

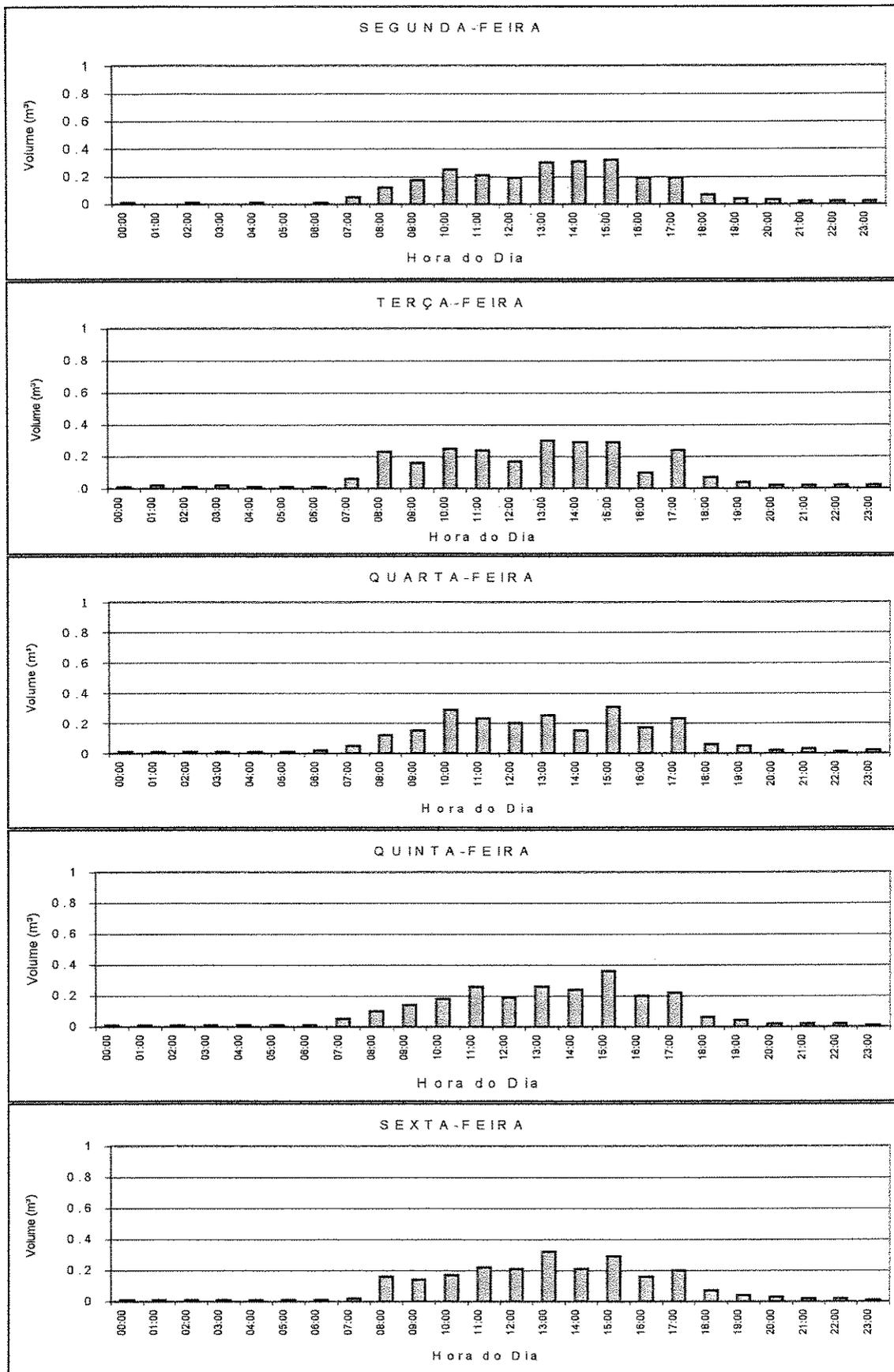


Figura 5.18: Perfil de Consumo dos Dias úteis - Reitoria IV.

Da análise da Figura anterior, verifica-se neste edifício, ocorrem picos no sistema de alimentação dos reservatórios, em torno das 10:00 horas; no período da tarde, o consumo encontra-se mais uniformemente distribuído, até às 18:00 horas.

5.3.7 REITORIA V

O período de monitoramento e as atividades realizadas anteriormente e após a instalação dos medidores, neste edifício, foram similares aos já apresentados para os demais edifícios. O monitoramento do consumo de água foi efetuado inicialmente com hidrômetros mecânicos, (Abril à Agosto/1999) e, posteriormente, com hidrômetros eletrônicos (Outubro/1999 à Maio/2000).

A detecção dos vazamentos foi efetuada visualmente e também através da realização de testes expeditos nas bacias sanitárias, sendo efetuados consertos nas torneiras de bóia de todas as bacias sanitárias. Numa fase posterior, as torneiras convencionais dos lavatórios e mictórios foram substituídas por torneiras economizadoras de água.

Na Figura 5.19 são apresentados os volumes diários após o conserto dos vazamentos. Os valores constantes no gráfico correspondem à média dos volumes verificados nos dias úteis, durante todo o período de leitura.

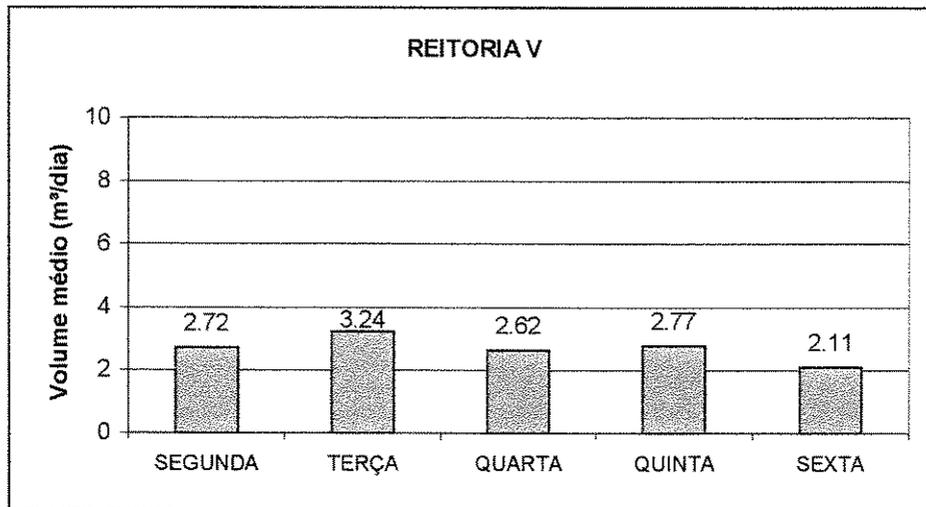


Figura 5.19: Consumo médio diário após conserto dos vazamentos - Reitoria V.

Verifica-se, da análise da Figura 5.19, que o consumo médio (dias úteis) encontrava-se na faixa de 2,7 m³/dia, com desvio padrão igual a 0,4. O consumo médio mensal era de 58,7 m³.

Vale ressaltar que este edifício também possui características especiais no que se refere à população flutuante.

A figura 5.20, apresenta o consumo médio verificado após efetuadas todas as intervenções.

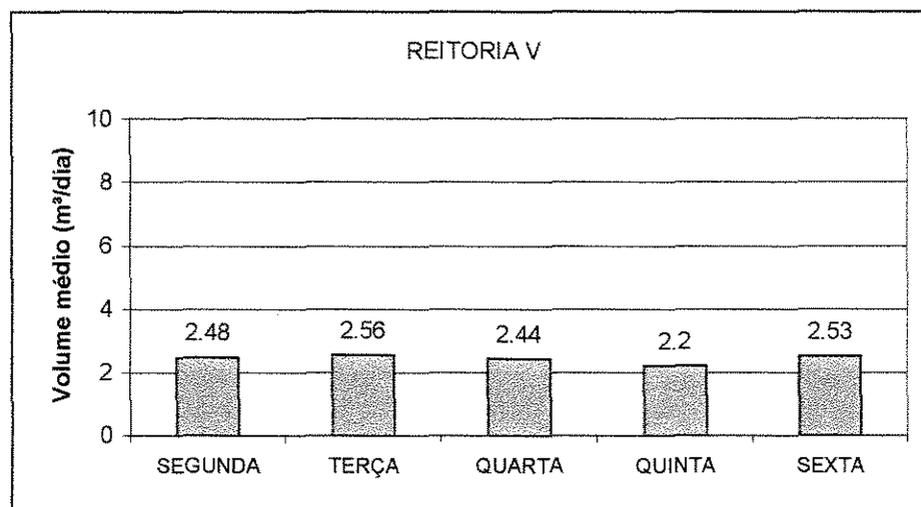


Figura 5.20: Consumo médio diário após a realização das intervenções - Reitoria V.

O consumo médio verificado após a realização de todas as intervenções foi igual a 2,4 m³/dia com desvio padrão de 0,14, conforme apresentado na Figura 5.20. A redução do consumo foi de cerca de 11%, ou seja, 0,26 m³/dia. O consumo mensal passou para 52,8 m³ (aproximadamente 10%).

Na Figura 5.21 são apresentados os perfis de consumo de água nos dias úteis, para uma determinada semana após o término da avaliação, para o edifício em questão.

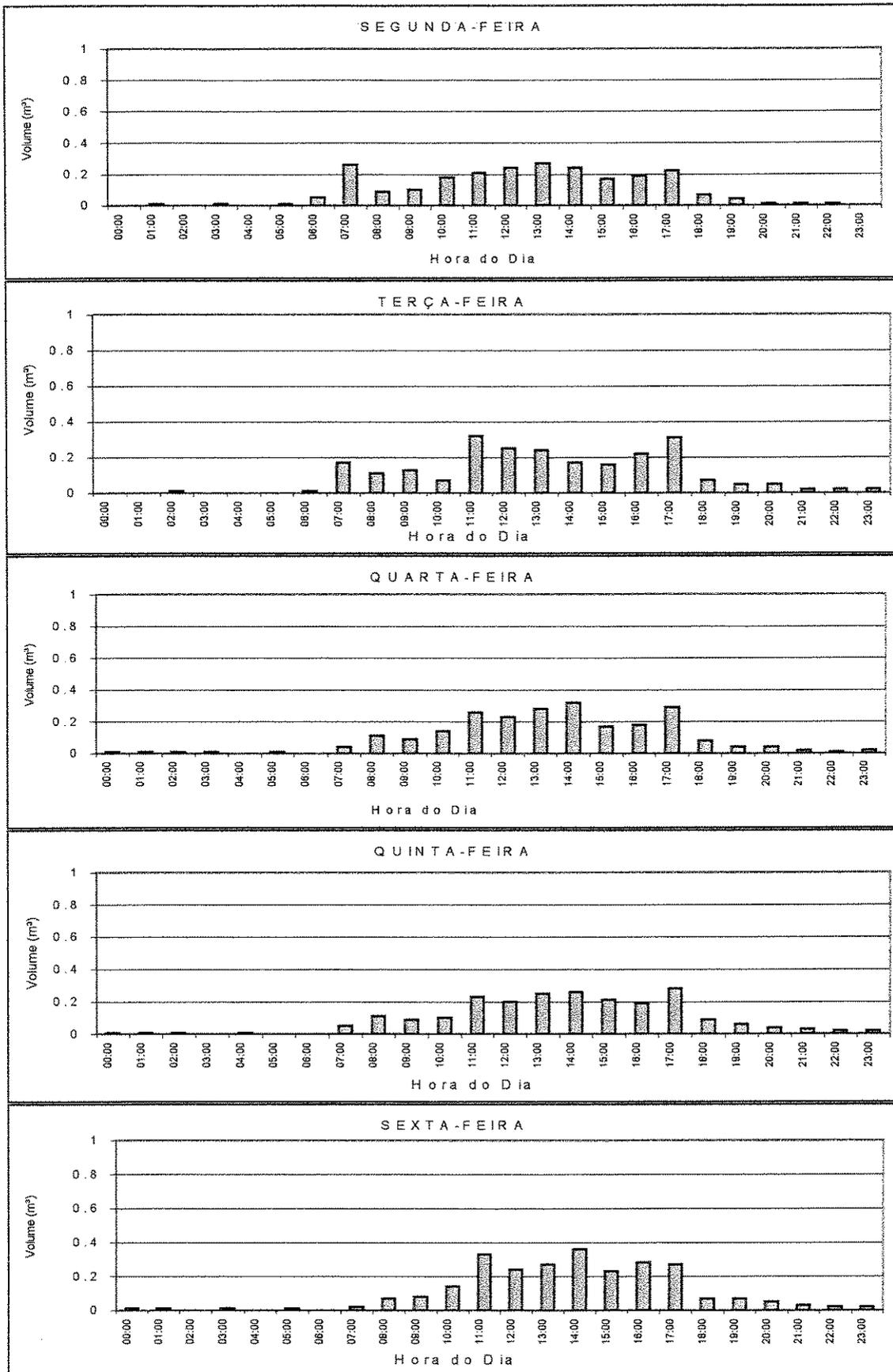


Figura 5.21: Perfil de consumo dos dias úteis - Reitoria V.

Da análise da Figura anterior, verifica-se que o suprimento dos reservatórios superiores ocorre de forma praticamente uniforme ao longo do dia. Os maiores picos de consumo ocorrem em torno das 12:00 às 14:00 horas e entre 17:00 e 18:00 horas.

5.3.8 Diretoria Acadêmica - DAC

A leitura do consumo de água neste edifício foi realizada somente após a primeira etapa de consertos de vazamentos.

O monitoramento do consumo de água foi efetuado inicialmente com os hidrômetros mecânicos (Julho e Agosto/99) e, posteriormente, com os eletrônicos (Fevereiro à Maio/2000). A leitura do consumo nos hidrômetros mecânicos foi efetuada somente nos dias úteis.

A detecção dos vazamentos foi efetuada visualmente e também através da realização de testes expeditos nas bacias sanitárias. Foram efetuadas regulagens nas torneiras de bóia de todas as bacias sanitárias.

Na seqüência, foi realizada a **substituição das torneiras** convencionais dos mictórios e lavatórios por torneiras economizadoras de água, em **dois períodos distintos**: 19/10/99 e 18/04/00, respectivamente.

Na Figura 5.22 são apresentados os volumes diários antes da segunda etapa dos consertos de vazamentos. Os valores constantes no gráfico correspondem à média dos volumes verificados nos dias úteis, durante todo o período de leitura.

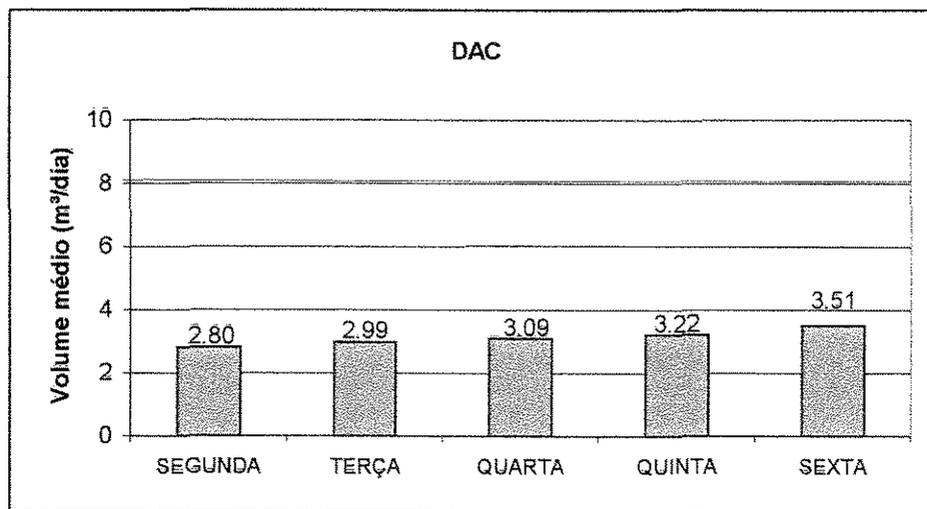


Figura 5.22: Consumo médio diário antes das intervenções - DAC.

Verifica-se, da análise da Figura 5.22, que o consumo médio (dias úteis) encontrava-se na faixa de 3,1 m³/dia, com desvio padrão de 0,26. O consumo médio mensal era de 75,18 m³, sendo este valor estimado em função dos dias medidos, não necessariamente contabilizam o mês inteiro

Os volumes diários verificados após os consertos de vazamentos e após a substituição e regulação das **torneiras de mictório** são apresentados na Figura 5.23. Os valores apresentados correspondem à média dos volumes verificados.

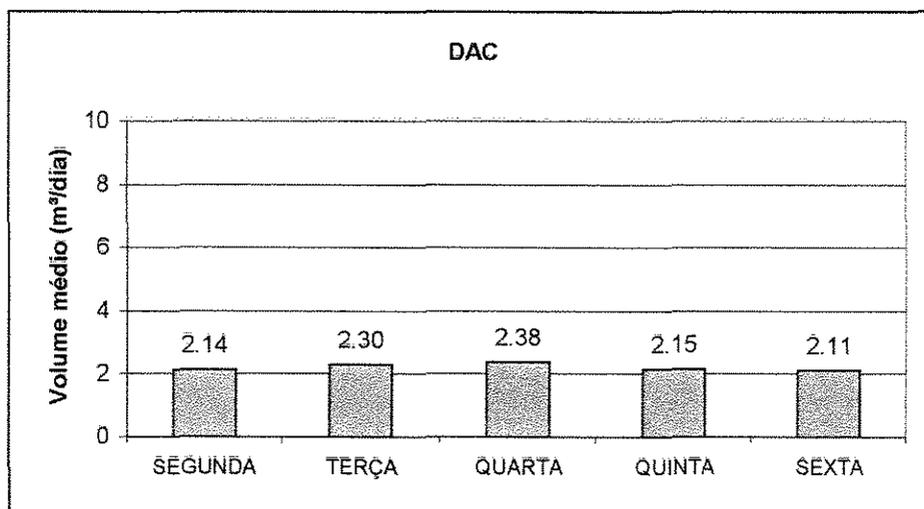


Figura 5.23: Consumo médio diário após o conserto de vazamentos e substituição das torneiras de mictório - DAC.

Verifica-se, da análise da Figura 5.23, que o consumo médio (dias úteis) passou para 2,2 m³/dia, com desvio padrão de 0,24 e o consumo mensal para 51,27 m³, ou seja, 29% e 32% de redução, respectivamente.

Os volumes médios diários de água verificados após a substituição das **torneiras de lavatório** são apresentados na Figura 5.24.

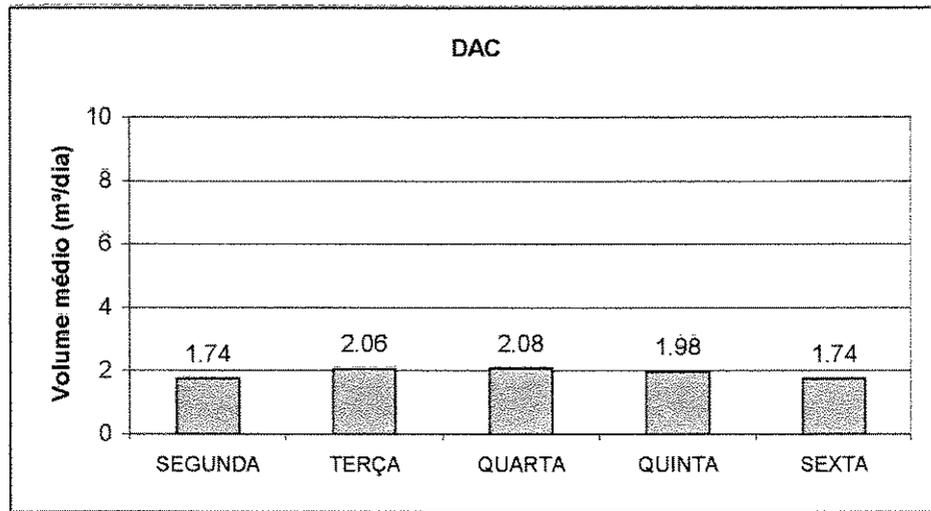


Figura 5.24: Consumo médio diário após a realização das intervenções - DAC.

Verifica-se, da análise da Figura 5.24, que o consumo médio (dias úteis) após a troca das **torneiras de lavatório** passou para 1,9 m³/dia, com desvio padrão de 0,17, ou seja, esta etapa representou uma economia de aproximadamente 14%.

Considerando-se os dados apresentados nas Figuras anteriores, verifica-se que a redução do consumo foi de cerca de 39%, ou seja, 1,2 m³/dia. O consumo mensal foi reduzido para 42,39 m³ (cerca de 44% de redução).

Os perfis de consumo de água nos dias úteis, numa determinada semana após o término da avaliação, para a alimentação dos reservatórios superiores, são apresentados na Figura 5.25.

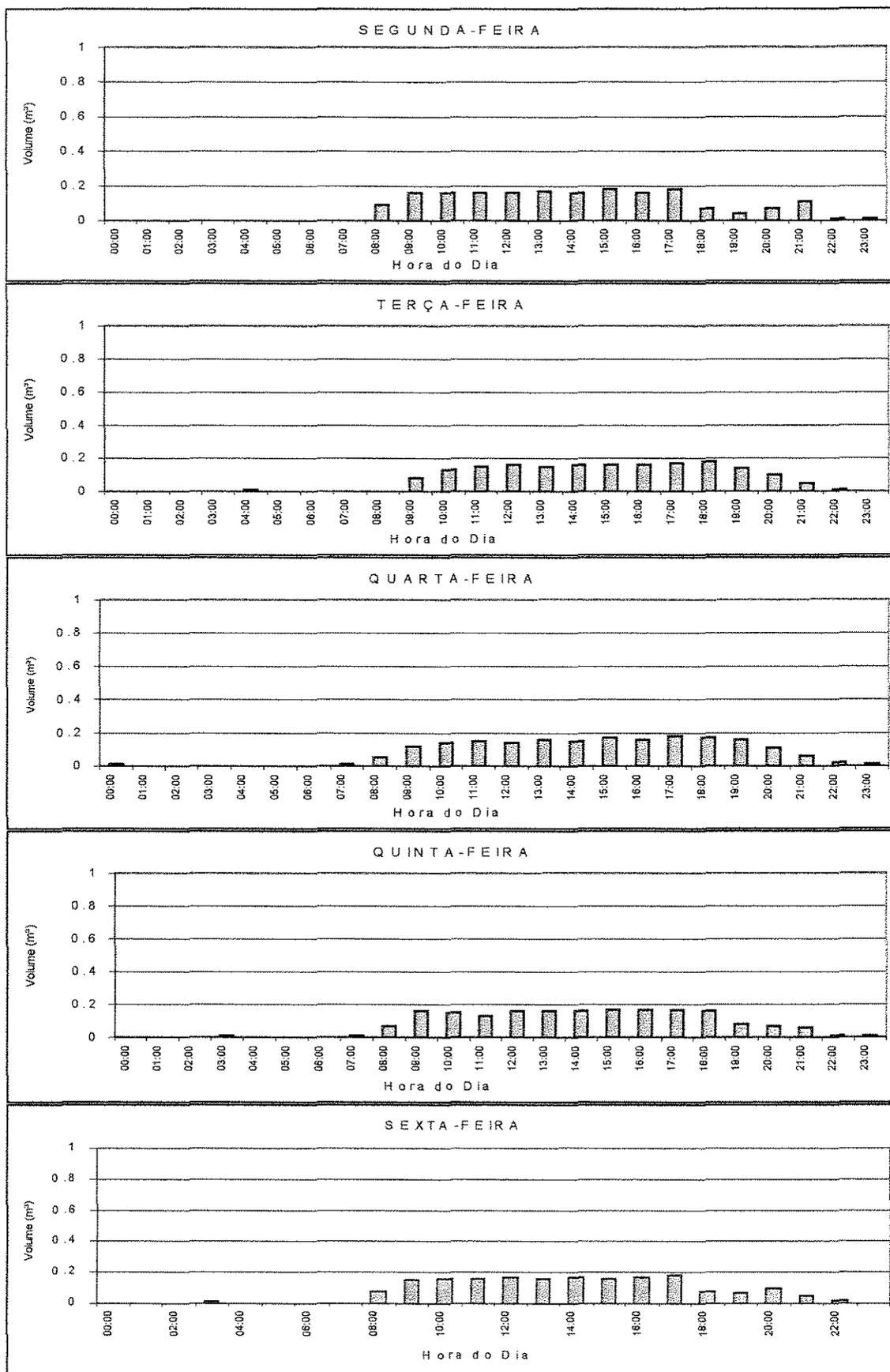


Figura 5.25: Perfil de consumo dos dias úteis - DAC.

Da Figura 5.25, verifica-se que ao longo de determinadas horas do dia (9:00 às 19:00), o consumo no edifício é praticamente constante.

5.3.9 Faculdade de Engenharia de Alimentos - FEA

Conforme citado anteriormente, esta unidade é composta por 12 edifícios, sendo que, apenas dois deles possuem a arquitetura padrão descrita no item 4.3.1.

Por dificuldades operacionais inerentes ao processo de implantação da micromedição, foi instalado apenas um medidor coletivo, o qual foi colocado na entrada de um reservatório elevado, que abastece esta unidade, não sendo então analisado o consumo de cada um dos edifícios individualmente.

O monitoramento do consumo de água foi realizado no período de Fevereiro à Junho/2000, englobando a avaliação do consumo, a detecção e conserto de vazamentos e, por último, a substituição das torneiras convencionais por economizadoras.

A detecção dos vazamentos nos pontos de consumo dos banheiros foi feita visualmente e também através da realização de testes expeditos nas bacias sanitárias - uso de caneta com tinta solúvel no interior da bacia (ver item 4.3.4). Em paralelo, foi efetuada a modificação das tubulações de limpeza e extravasor dos reservatórios superiores.

Foram efetuados consertos em algumas torneiras de lavatório e de uso em geral, torneiras de bóia de todas as bacias sanitárias e válvulas de descarga. Cabe ressaltar que, além das 54 torneiras de uso em geral e pia, citadas na Tabela 5.2, esta unidade possui mais 771 torneiras localizadas nos laboratórios, nas quais foram também efetuados consertos, cujo índice de vazamentos já foi citado anteriormente.

Na Figura 5.26 são apresentados os volumes médios diários verificados antes das intervenções.

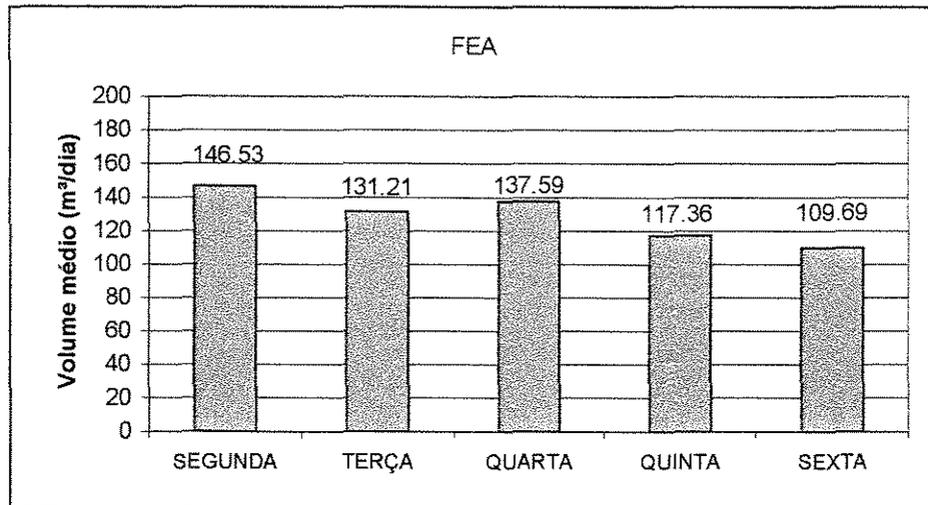


Figura 5.26: Consumo médio diário antes das intervenções - FEA (12 edifícios).

Verifica-se, da análise da Figura 5.26, que o consumo médio (dias úteis) encontrava-se na faixa de 128,5 m³/dia, com desvio padrão igual a 14,9. O consumo médio mensal era de 2807,9 m³.

Os volumes médios diários verificados após os consertos dos vazamentos são apresentados na Figura 5.27.

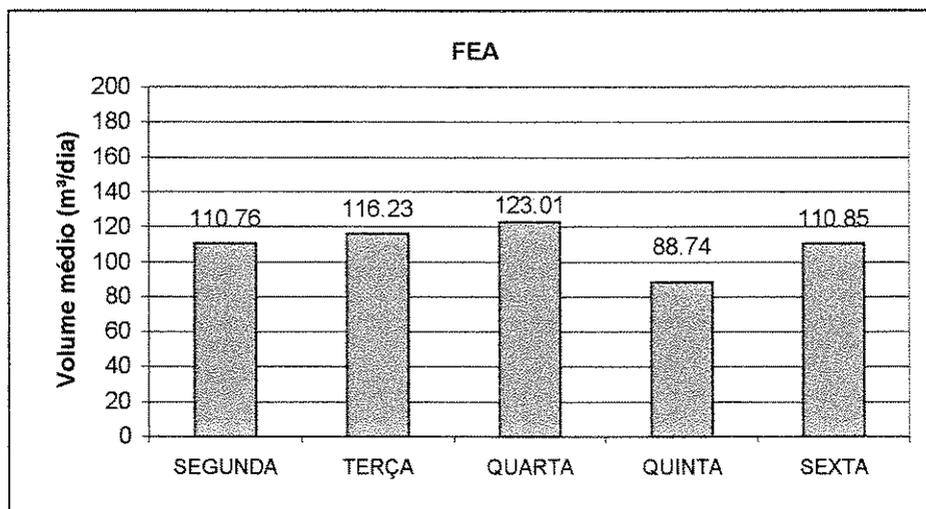


Figura 5.27: Consumo médio diário após o conserto dos vazamentos - FEA (12 edifícios).

Verifica-se, da análise da Figura 5.27, que o consumo médio (dias úteis) passou para 109,9 m³/dia, com desvio padrão de 12,9. O consumo médio mensal neste período foi de 2131,9 m³, ou seja, ocorreu uma redução de 24% com o conserto dos vazamentos.

Os volumes médios diários verificados após a substituição das torneiras são apresentados na Figura 5.28.

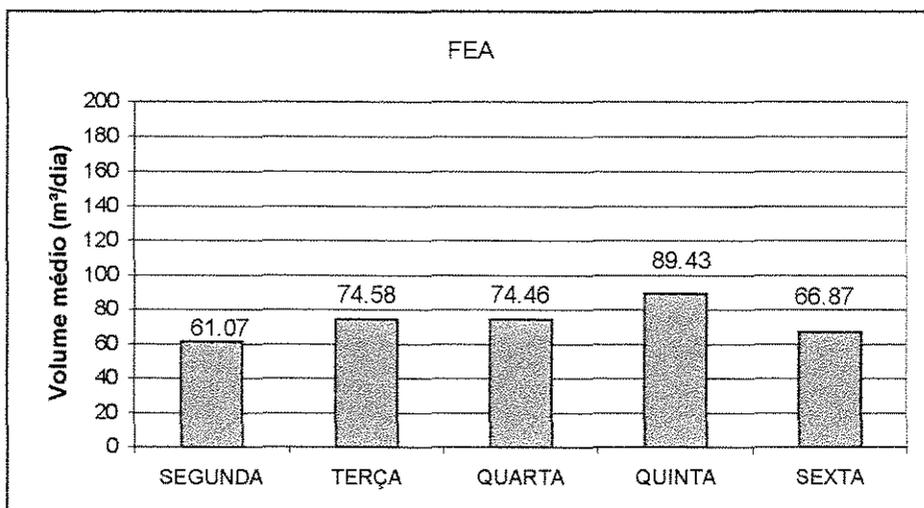


Figura 5.28: Consumo médio diário após a realização das intervenções -FEA (12 edifícios).

Verifica-se, da análise da Figura 5.28, que o consumo médio (dias úteis) foi reduzido para 73,28 m³/dia, com desvio padrão de 10,65 (aproximadamente 33% de redução em relação à etapa anterior).

Considerando-se os dados apresentados nas Figuras anteriores, verifica-se que a redução do consumo foi de cerca de 43%, ou seja, 55,2 m³/dia. O consumo mensal passou para 1621,9 m³, representando 42% de redução.

5.4 Questionário

Na Tabela 5.4 apresenta-se o número de usuários entrevistados em cada unidade⁽²⁾.

Tabela 5.4: Número de usuários entrevistados em cada unidade.

| UNIDADE | | Usuários Entrevistados | Porcentagem da População Fixa (%) |
|--------------|-------|------------------------|-----------------------------------|
| FEC | | 35 | 53,0 |
| REITORIA I | | 23 | 30,0 |
| REITORIA II | | 23 | 27,0 |
| REITORIA III | | 18 | 29,5 |
| REITORIA IV | | 23 | 26,0 |
| REITORIA V | | 26 | 33,0 |
| DAC | | 23 | 57,5 |
| FEA | TECAL | 20 | 51,0 |
| | DEPAN | 11 | 50,0 |
| | CNCS | 15 | 51,0 |
| | ADM | 20 | 51,0 |
| | EA | 17 | 51,0 |

Cabe ressaltar que a análise dos edifícios da FEA, de maneira similar à apresentada no item anterior, refere-se à Unidade como um todo e não à cada edifício isoladamente.

No Anexo 7 são apresentadas as sugestões dos usuários entrevistados. Algumas delas não estão relacionadas exclusivamente com a substituição das torneiras, mas com a conservação de água como um todo no campus da UNICAMP.

5.4.1 Avaliação das torneiras economizadoras de lavatório

Nas Figuras 5.29 a 5.31 são apresentados os resultados da aplicação dos questionários para a amostra como um todo.

⁽²⁾ A unidade é composta por um ou mais edifícios que realizam atividades similares (pesquisa e ensino numa mesma área de conhecimento, por exemplo).

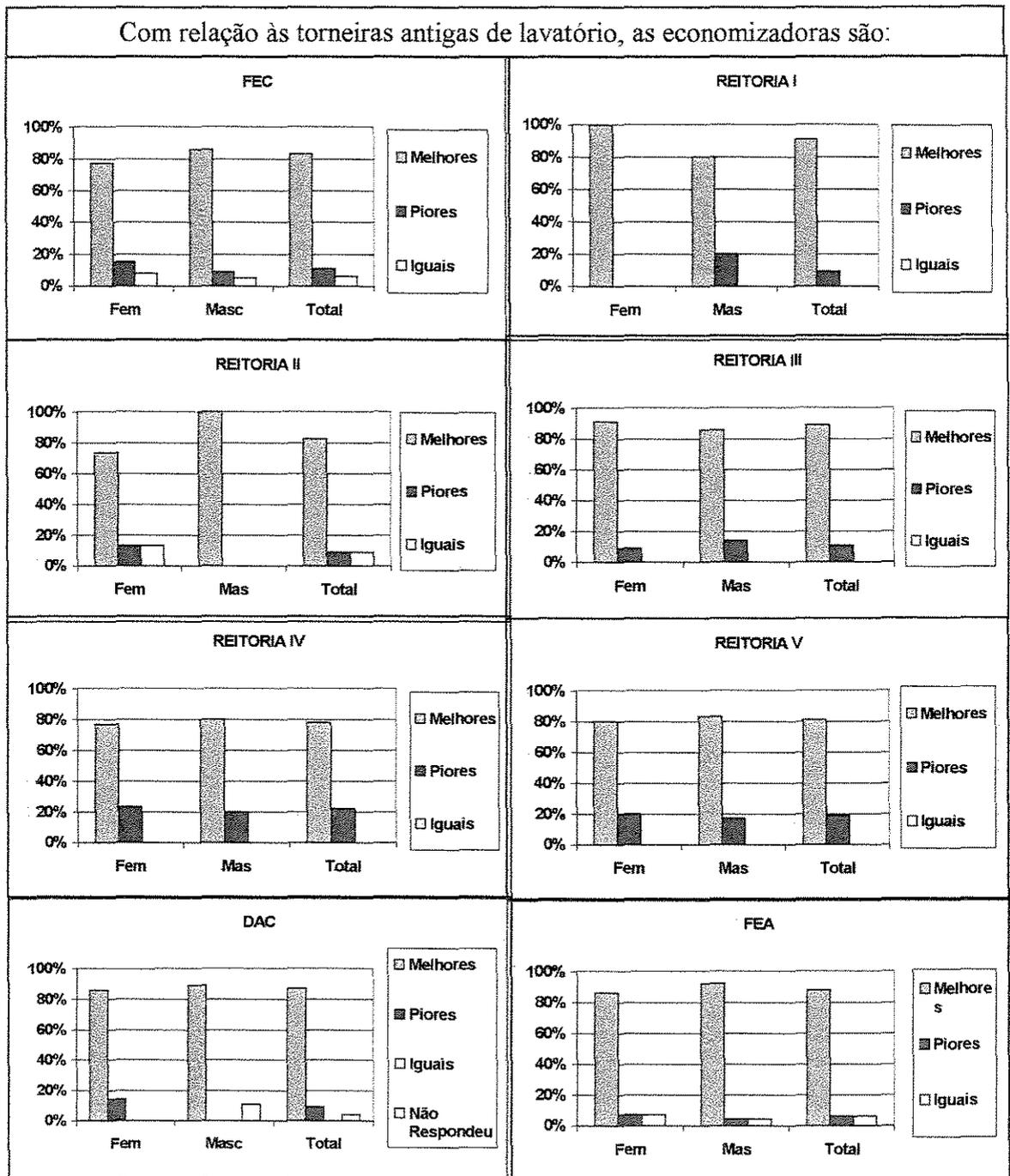


Figura 5.29: Avaliação das torneiras economizadoras de lavatório - desempenho.

Nota: Fem - população feminina; Masc - população masculina.

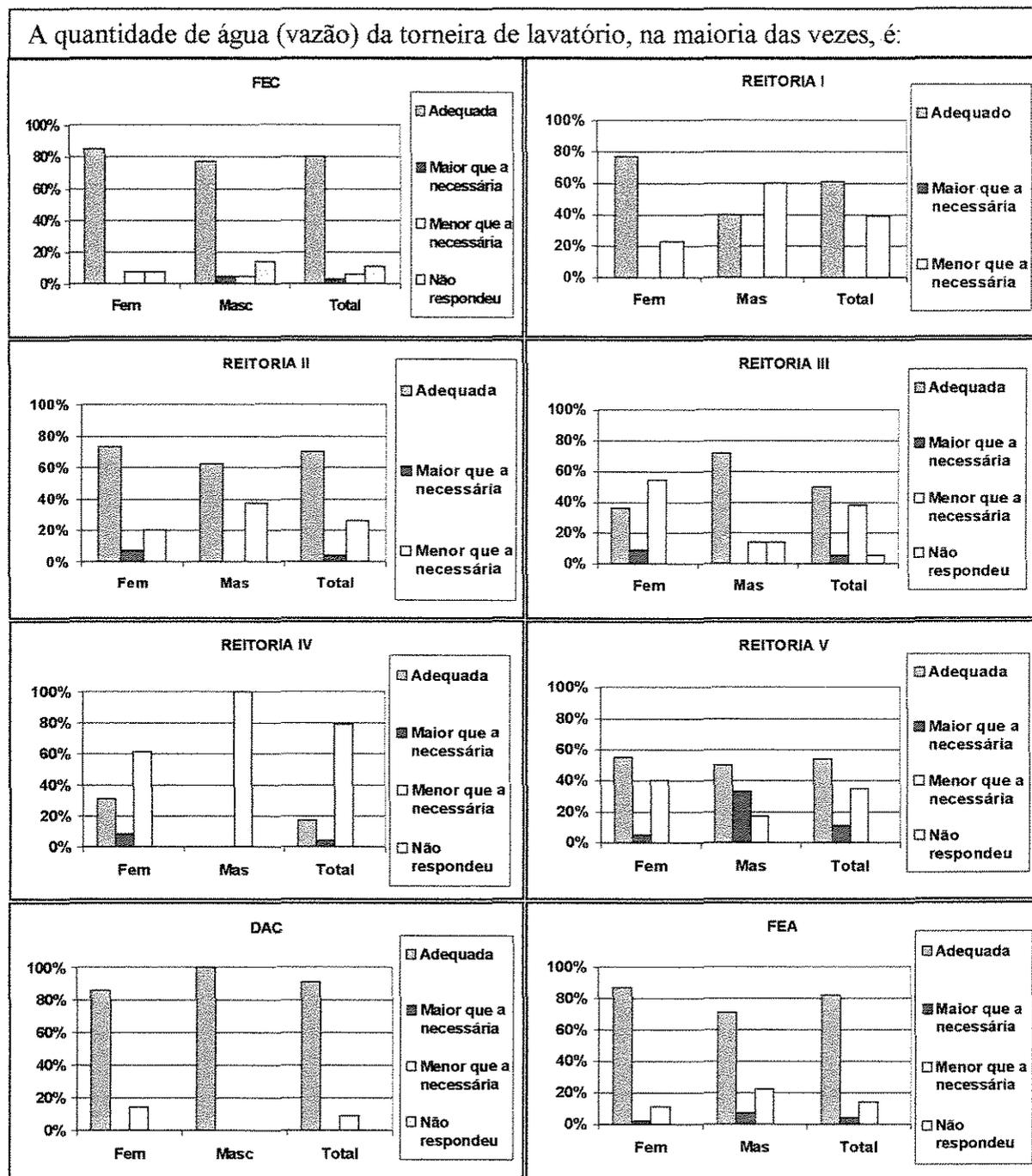


Figura 5.30: Avaliação das torneiras economizadoras de lavatório - vazão.

Nota: Fem - população feminina; Masc - população masculina.

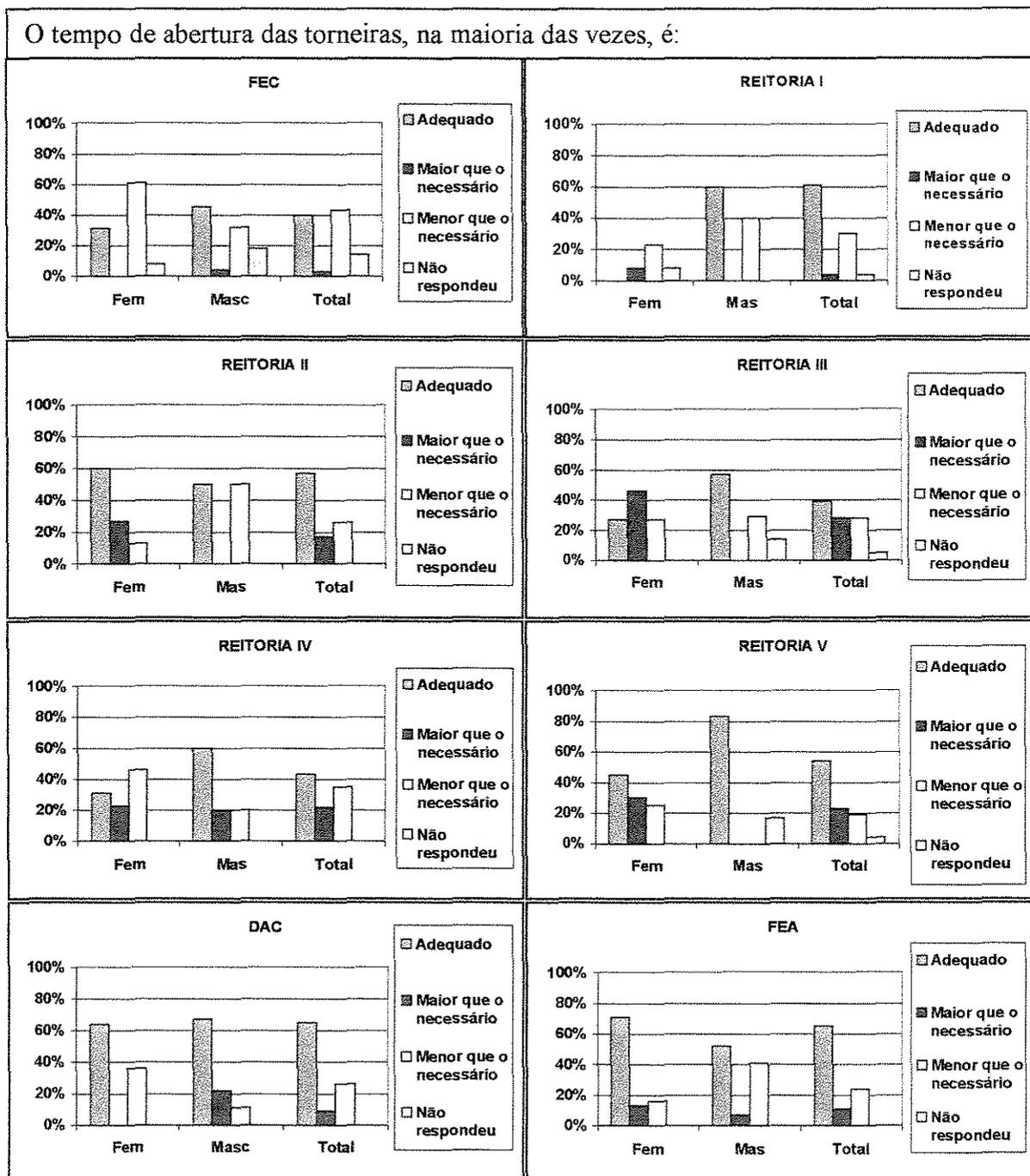


Figura 5.31: Avaliação das torneiras economizadoras de lavatório - tempo de abertura.

Nota: Fem - população feminina; Masc - população masculina.

Da análise dessas Figuras, cabe ressaltar que:

- com relação ao desempenho das torneiras de lavatório, cerca de 88% dos entrevistados, em média, consideraram que as torneiras economizadoras são melhores ou iguais às antigas;
- cerca de 63%, dos entrevistados, em média, demonstraram-se satisfeitos com relação à vazão; cabe ressaltar que os entrevistados da Reitoria IV demonstraram insatisfação com este quesito, cerca de 79% acharam a vazão menor que o desejado;
- com relação ao tempo de abertura das torneiras, cerca 53%, em média, dos entrevistados consideraram adequado; e 29%, em média, dos entrevistados responderam que o tempo estava abaixo do desejado.

5.4.2 Avaliação das torneiras economizadoras de mictório

A Figura 5.32 apresenta os resultados da aplicação dos questionários para a amostra como um todo.

Da análise dessa Figura, verifica-se que, em média, cerca de 95% dos entrevistados, considerando-se a amostra como um todo, consideraram que as torneiras economizadoras são melhores ou iguais às antigas.

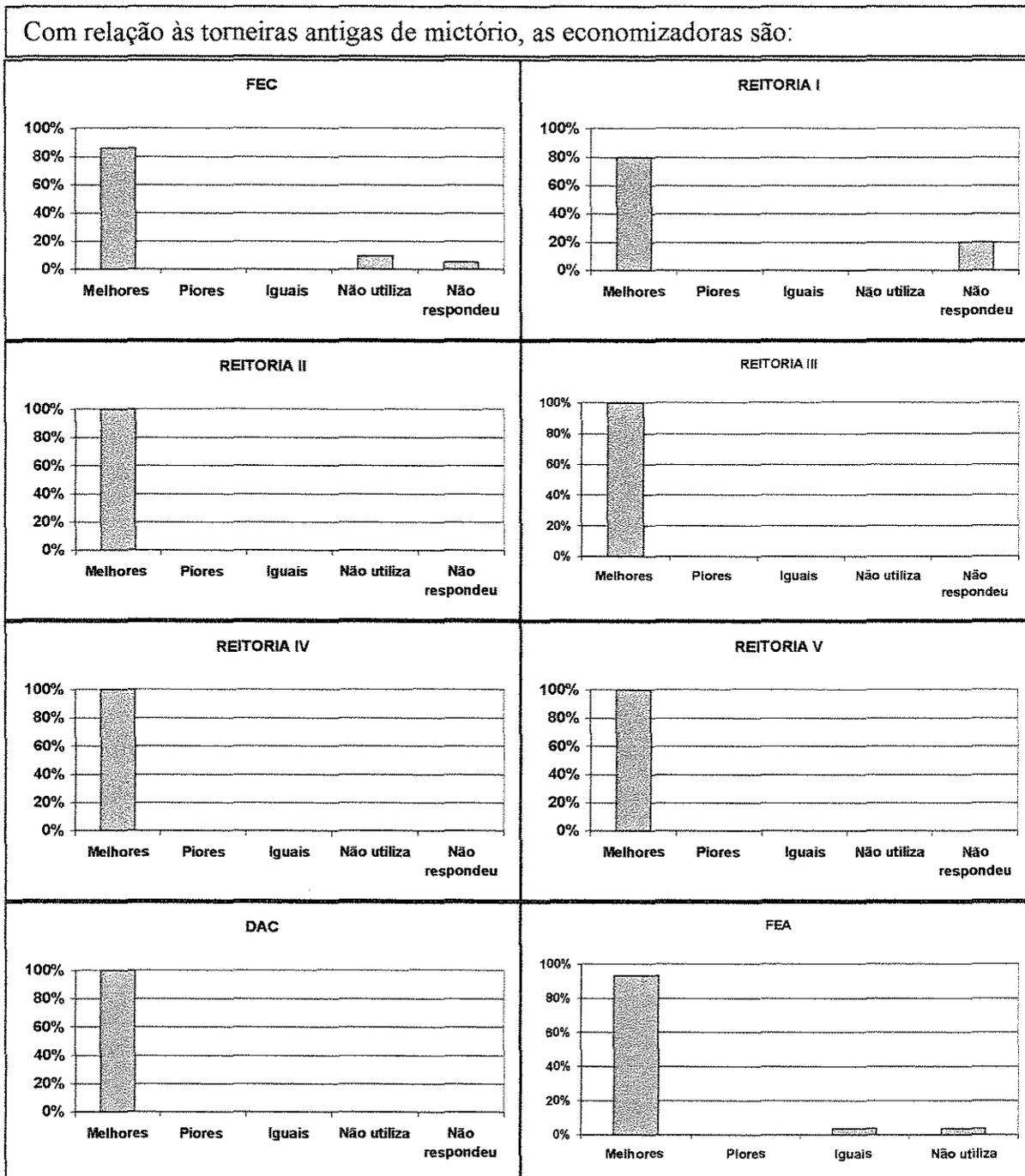


Figura 5.32: Avaliação das torneiras economizadoras de mictório - desempenho.

5.5 Comentários Gerais

Ao longo do presente capítulo, foram apresentados os resultados obtidos com a implementação de várias medidas para a conservação de água em 19 edifícios da UNICAMP.

Das análises efetuadas, devem ser destacados os seguintes aspectos, alguns deles já explicitados nas considerações apresentadas:

- a FEC apresentou o maior impacto de redução do consumo de água em relação à etapa inicial (cerca de 88%), isto se deve principalmente à existência, de uma falha nas torneiras de bóia, responsável pelo desperdício de grandes volumes de água. A referida falha não era facilmente detectada pelos usuários, pois a tubulação de extravasão do reservatório encontrava-se conectada ao sistema de águas pluviais;
- o edifício da Reitoria I apresentou baixa redução no consumo de água, o que pode ser explicado por dois motivos: pequeno número de pontos de consumo com vazamentos (8 dos 59 pontos) e inadequabilidade da duração das descargas, tanto no lavatório como no mictório, segundo a opinião dos usuários, o que levaria ao acionamento múltiplo para realização de uma determinada atividade;
- as Reitorias II e IV, apesar de possuírem diferentes número de pontos apresentaram redução de consumo na mesma faixa, possivelmente pela semelhança na população fixa e índice de vazamentos destes edifício;
- o edifício da Reitoria III obteve significativo impacto de redução, o que pode ser explicado pelo elevado índice de vazamentos encontrados neste prédio;
- a Reitoria V apresentou a menor redução no consumo (cerca de 0,3 m³/dia), o que provavelmente está associado ao fato do tempo e da vazão das torneiras de lavatórios

encontrarem-se abaixo do desejado pelos entrevistados (a maioria dos entrevistados disseram acionar a torneira de 2 a 3 vezes para, por exemplo, escovar os dentes);

- na DAC foi obtida uma redução significativa, cerca de 39%; como número de pontos de consumo com vazamentos foi baixo, verifica-se que a população adaptou-se ao tempo e à vazão proporcionados pelas torneiras economizadoras;
- das intervenções realizadas nas unidades, a que obteve maior impacto foi o conserto dos vazamentos, porém, isto não se verificou-se na FEA, onde a maior redução ocorreu com a substituição das torneiras economizadoras (cerca de 33%).

Conforme destacado anteriormente, a medição do consumo foi realizada, em determinadas unidades, apenas após o conserto dos vazamentos.

Assim, para a estimativa da economia obtida com as intervenções realizadas, foram formuladas algumas hipóteses com relação às perdas por vazamentos, conforme **GONÇALVES et al. (2000)**:

- torneiras (com gotejamento médio): 10 L/dia;
- bacias sanitárias (considerado similar a uma torneira vazando, com um gotejamento muito rápido impossível de contar): 32 L/dia;
- mictórios (registros permanentemente aberto): 333 L/dia

A partir dos citados índices de perdas e do número de vazamentos por tipo e ponto de consumo, apresentados no item 5.2, foi determinado o consumo mensal, para os edifícios sem monitoramento desde a fase inicial, conforme a Tabela 5.5.

Tabela 5.5: Estimativa do consumo mensal antes das intervenções

| Unidade | Consumo em BSCX (m³) | Consumo em LAV (m³) | Consumo em BSV (m³) | Consumo em MIC (m³) | Consumo em TOR (m³) | ∑ Consumo (m³) | Estimativa Consumo (m³) |
|--------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------|-------------------------|
| Reitoria I | 1,93 | 0,3 | 0,6 | 9,99 | - | 12,82 | 126,58 |
| Reitoria II | 3,84 | - | - | - | 0,3 | 4,14 | 112,08 |
| Reitoria III | 5,76 | 0,6 | - | 9,99 | - | 16,35 | 99,05 |
| Reitoria IV | 4,8 | 0,6 | - | - | - | 5,4 | 70,2 |
| Reitoria V | 7,86 | - | - | 9,99 | - | 17,85 | 76,55 |

Nota 1: LAV- Lavatório; BSCX- Bacia Sanitária com Caixa de Descarga; BSV- Bacia Sanitária com Válvula; TOR- Torneiras de Uso em Geral; MIC - Mictório; BD- Bebedouro; FL- Filtro; D.H - Ducha Higiênica.

Considerando-se o valor atual cobrado pelo metro cúbico de água pela concessionária local, R\$ 12,22, estima-se que a economia alcançada com todas as intervenções realizadas foi de aproximadamente R\$ 23.109,33.

De sua vez, os gastos realizados com material de consumo, torneiras economizadoras e mão de obra totalizou R\$ 7.224,56.

Considerando-se uma taxa de desconto mensal de 6%, o valor do fluxo benefício de R\$ 23.109,33 e o período de análise variando mensalmente, segundo OLIVEIRA (1999), pode-se determinar o valor do *payback* atualizado, conforme mostra a tabela 5.6:

Tabela 5.6: *Payback* atualizado após a implantação do programa de conservação de água

| PERÍODO | Valor total da ação (VT) R\$ | Fluxos de Benefício atualizados (AF) R\$ | VT - AF R\$ |
|---------|---------------------------------|---|----------------|
| 0 | -7.224,56 | | |
| 1 | | +21.801,25 | +14.576,69 |

Assim, o custo para a implantação das ações de conservação de água nos edifícios estudados, foi pago em aproximadamente 06 dias.

6 Conclusões

A metodologia utilizada possibilitou a consecução dos objetivos estabelecidos, podendo ser aplicada em grande números de edifícios com facilidade e rapidez.

Foram executadas várias atividades para reduzir o consumo de água, porém por problemas operacionais não foram monitorados os volumes consumidos após cada uma delas.

Os estudos conduziram a um impacto de redução significativo no consumo mensal dos edifícios (10 a 87,5%), sendo a maior porcentagem devido ao conserto dos vazamentos. Vale ressaltar que o consumo dos edifícios, numa etapa anterior do conserto de vazamentos foi medido em apenas 3 unidades, sendo que uma delas possui 9 edifícios.

Os índices de vazamentos encontrados situaram-se numa faixa de 14 a 38%, indicando a necessidade de uma rotina de manutenção preventiva no campus.

Com relação aos equipamentos economizadores, houve um elevado nível de aceitação, tanto para torneiras de lavatório (cerca de 88%) como para mictórios (95%).

A partir da estimativa do consumo em um período anterior às intervenções, verificou-se que os investimentos realizados foram pagos em aproximadamente 06 dias, o que pode ser considerado como um período de tempo bastante reduzido.

De forma geral, verificou-se redução do consumo em todas as unidades, como a continuidade da conservação desse volume é intimamente dependente das atividades de manutenção, faz-se necessária a realização de atividades preventivas rotineiras controlando permanentemente o desperdício no sistema hidráulico, e atuando rapidamente no caso da ocorrência de vazamentos.

Para o desenvolvimento de pesquisa futuras, destaca-se os seguintes aspectos:

- estruturação de campanhas educativas, que visem a conscientização do usuário em geral com relação à conservação de água;
- incorporação, na metodologia proposta, de uma rotina de manutenção preventiva, tendo em vista a conservação do consumo após realizada as atividades de conserto de vazamentos e substituição dos componentes economizadores;
- organizar e efetivar cursos de treinamento para o pessoal de manutenção dos edifícios com o intuito de detectar e consertar os vazamentos.
- análise do impacto no consumo, de diferentes tempos de acionamento das torneiras economizadoras;
- avaliação da redução do consumo advinda da substituição das bacias convencionais por economizadoras de água;

ANEXOS

Anexo 1 - Testes Expeditos e Especiais para detecção de vazamentos em Sistemas Hidráulicos Prediais

Anexo 2 - Mapa com a localização dos Edifícios no Campus da UNICAMP

Anexo 3 - Planta Baixa dos prédios da Faculdade de Engenharia Civil e Reitoria I

Anexo 4 - Tabela de levantamento dos pontos de consumo

Anexo 5 - Mapa do posicionamento dos hidrômetros no Campus

Anexo 6 - Questionário

Anexo 7 - Sugestões dos usuários entrevistados

A1 Testes Expeditos e Especiais para detecção de vazamentos em Sistemas Hidráulicos Prediais

A1.1 Testes Expeditos

Os testes expeditos são usualmente empregados na detecção de vazamentos em alimentadores prediais, reservatórios e bacias sanitárias. Os procedimentos apresentados neste anexo foram descritos em **GONÇALVES, et. al. (1999)**.

A1.1.1 Detecção de vazamentos em alimentadores prediais

Para detecção de vazamentos em alimentadores prediais podem ser realizados os seguintes: do hidrômetro e de sucção.

O teste do hidrômetro consiste em verificar a passagem de água pelo hidrômetro, quando todos os pontos de utilização abastecidos diretamente pelo sistema público de água estejam fechados.

O procedimento a ser seguido para a realização deste teste consiste em:

- a) feche todos os pontos de utilização que recebem água diretamente da rede pública;
- b) amarre a torneira de bóia do reservatório inferior ou superior, impedindo a entrada de água da rede pública;
- c) deixe o registro do cavalete totalmente aberto, e faça uma leitura a cada cinco minutos, por um período mínimo de trinta minutos;

O vazamento é detectado quando ocorre movimentação dos ponteiros do hidrômetro ou aumento do valor do número apresentado no *display* do hidrômetro.

O teste de sucção indica a presença de vazamentos no alimentador predial sem o fechamento da entrada de água no reservatório superior.

As etapas para a realização deste teste são as seguintes:

- a) verifique qual torneira no sistema recebe água diretamente da rede pública e que esteja instalada na cota mais alta em relação ao piso;
- b) vá até o referido local e encha um copo d'água;
- c) não abra nenhuma torneira e nem acione descarga de bacia sanitária;
- d) caso tenha reservatório que esteja abaixo do nível do alimentador predial, como por exemplo no subsolo, amarre a torneira de bóia;
- e) feche o registro do cavalete;
- f) reabra a torneira escolhida e espere toda água da tubulação escoar;
- g) coloque o copo cheio d'água na bica da torneira (ver Figura 1);

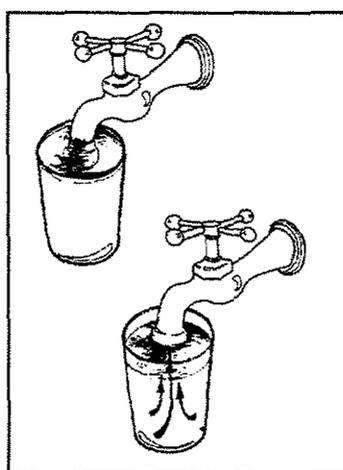


Figura 1: Teste de sucção.

- h) se houver sucção da água do copo pela torneira, há vazamento no alimentador.

A1.1.2 Detecção de vazamentos em reservatórios

Os reservatórios inferiores são geralmente enterrados ou semi-enterrados, podendo apresentar vazamentos não visíveis, devido a problemas no sistema de impermeabilização ou no sistema estrutural, ou pela passagem de água pelo registro da tubulação de limpeza, fechado parcialmente após uma atividade de manutenção. O procedimento para a detecção de vazamentos, neste caso, consiste em:

- a) feche o registro da tubulação de limpeza e alguma saída deste reservatório que alimente algum ponto de utilização;
- b) desligue o conjunto moto-bomba do sistema de recalque;
- c) quando a água atingir o nível máximo, feche o registro de alimentação do reservatório;
- d) meça o nível da água no reservatório com o auxílio de uma peça de madeira (ripa ou caibro) e marque-a com um lápis ou giz;
- e) espere, no mínimo, duas horas e meça novamente o nível da água com a peça de madeira. Caso haja diferença de nível, há ocorrência de vazamento.

Para a detecção de vazamentos em reservatórios superiores devem ser adotados os seguintes procedimentos:

- a) feche todos os pontos de utilização e espere até que o nível máximo de água no reservatório seja alcançado (nenhum ponto pode ser utilizado durante a realização do teste);
- b) com o registro de limpeza fechado e o conjunto moto-bomba desligado ou com a torneira de bóia amarrada, marque com o auxílio de um lápis ou de giz, o nível da água no reservatório ou em uma peça de madeira (ripa ou caibro);
- c) aguarde, no mínimo, duas horas e verifique novamente o nível da água;
- d) caso o nível da água esteja inferior ao inicial há vazamento na tubulação, ou em pontos de utilização, etc.

A1.1.3 Detecção de vazamentos em bacias sanitárias

Para a detecção de vazamentos nestes aparelhos sanitários, utiliza-se o teste do corante que consiste em:

- a) dissolver o corante (groselha ou refresco em pó) num copo d'água;
- b) adicionar a solução no poço da bacia sanitária até que a cor da água fique bem escura;
- c) espere, no mínimo, trinta minutos e compare a cor da água da bacia com a amostra padrão.

Caso haja mudança de coloração da água, existe vazamentos (Ver Figura 2).

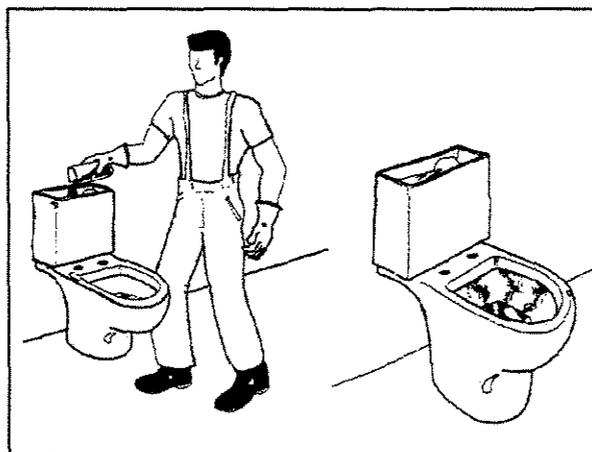


Figura 2: Detecção de vazamento em bacia sanitária.

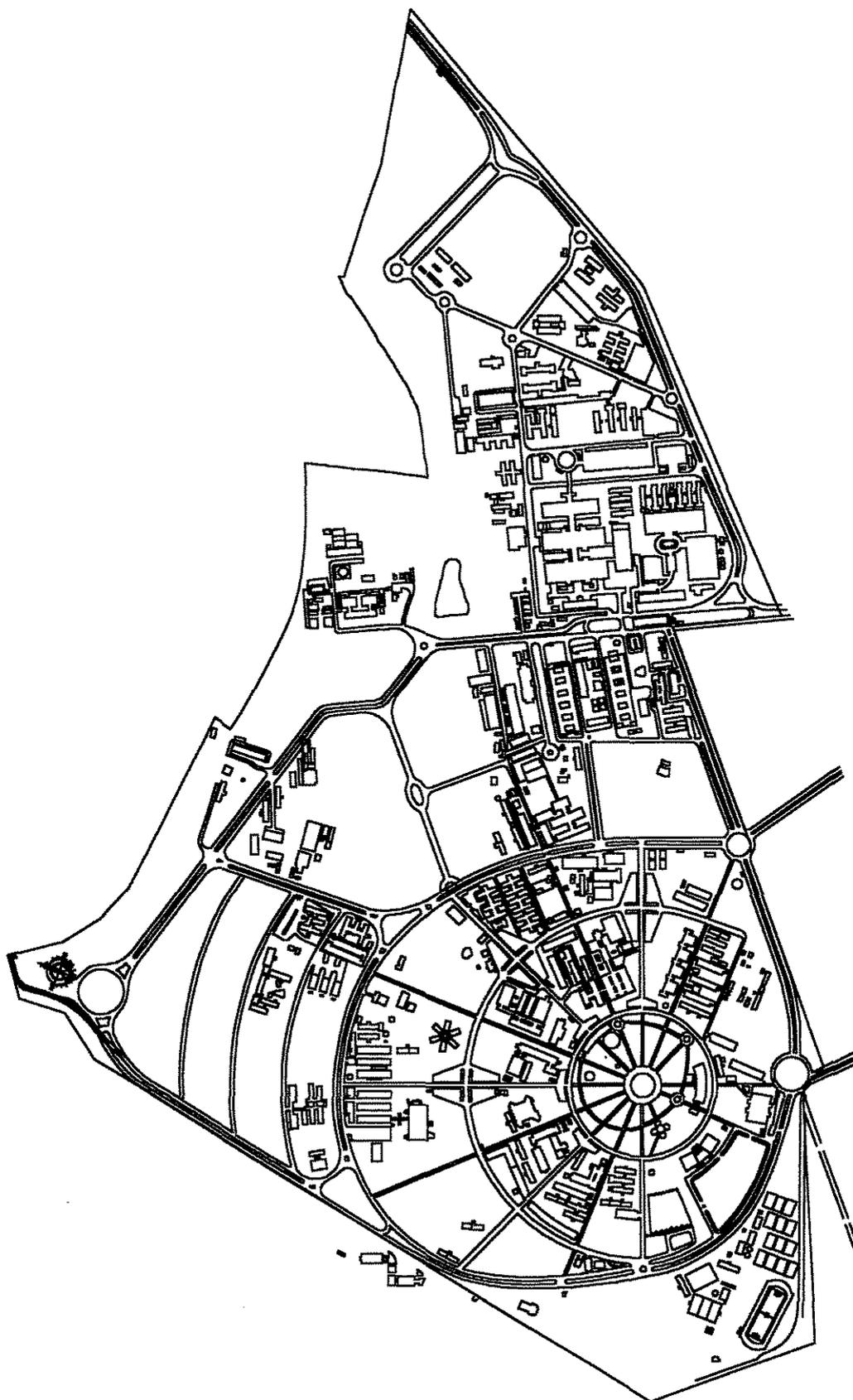
A1.2 Testes Especiais

Estes testes são realizados em tubulações enterradas, onde, na maioria das vezes, os vazamentos são dificilmente detectados (não visíveis).

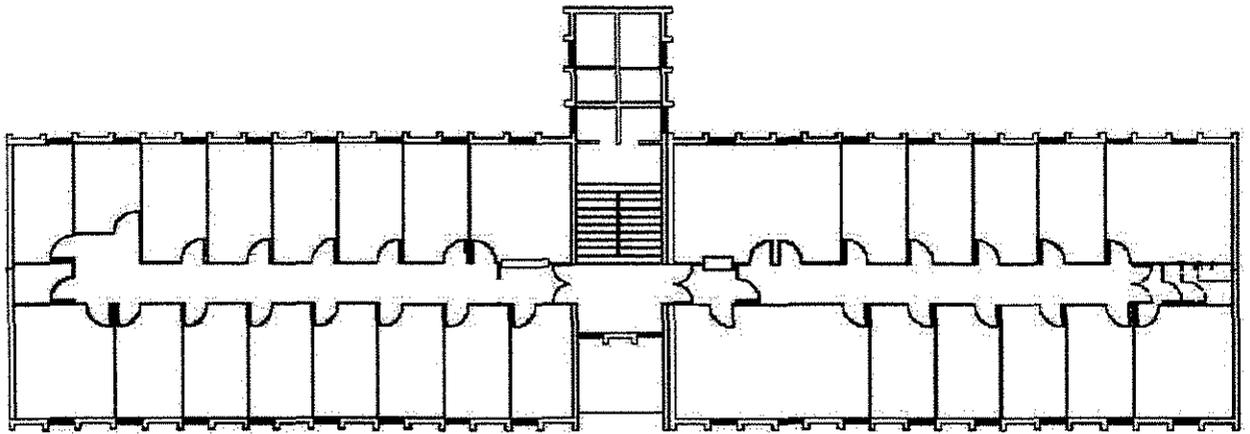
Para a detecção dos vazamentos não visíveis, os principais testes empregados para este fim são: teste da haste de escuta, geofonia eletrônica e correlação de ruídos.

A vantagem de utilizar estes equipamentos, é que a detecção dos vazamentos é realizada sem a destruição do revestimento do pis ou da parede. A utilização dos equipamentos podem ser em conjunto, como por exemplo, iniciar a detecção utilizando o correlacionador de ruídos e após localizado o vazamento, confirma-lo através do geofone e haste de escuta.

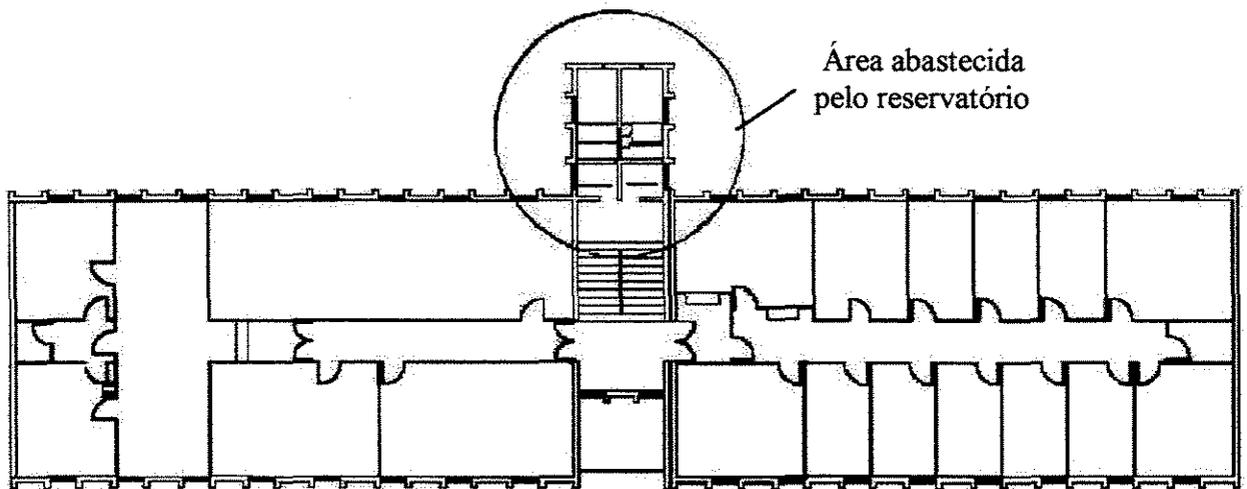
Tendo em vista que os referidos testes não foram empregados neste trabalho, não será apresentada uma descrição, a qual pode ser encontrada, conforme citado, em Gonçalves et al. (2000).



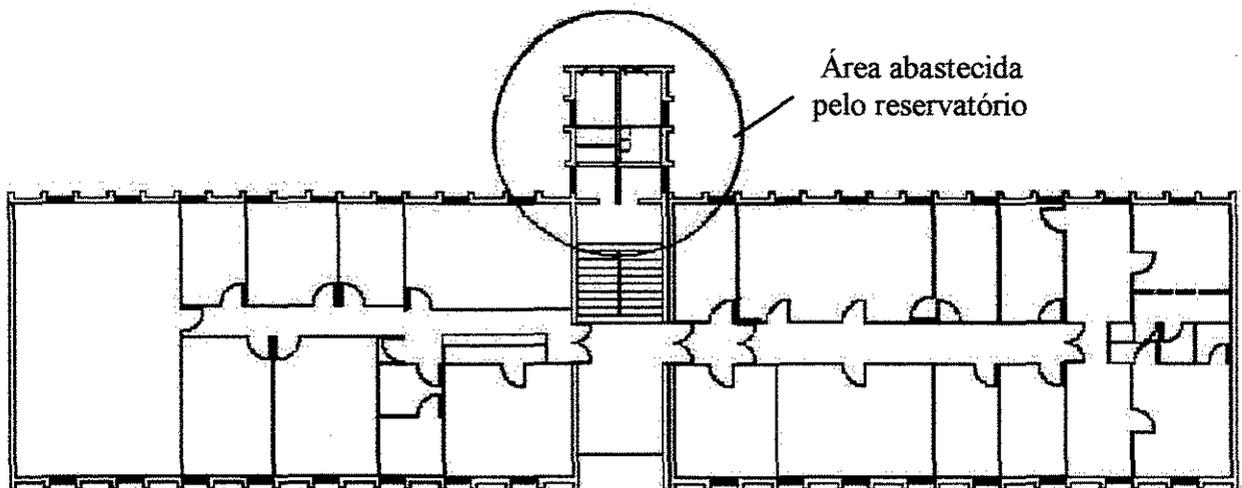
Mapa com a localização dos edifícios no *campus* da UNICAMP.



Pavimento 02

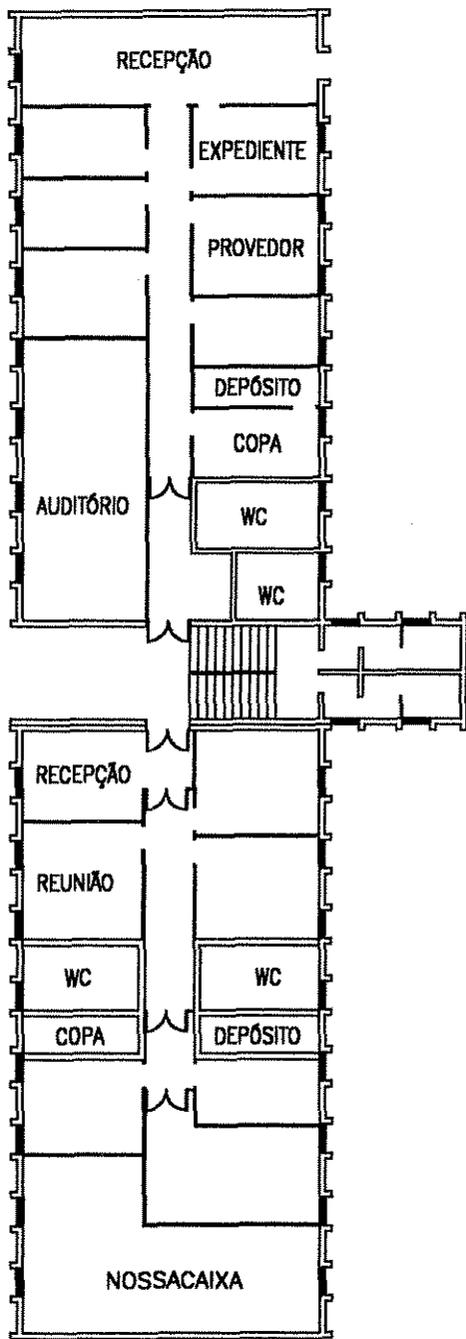


Pavimento 01

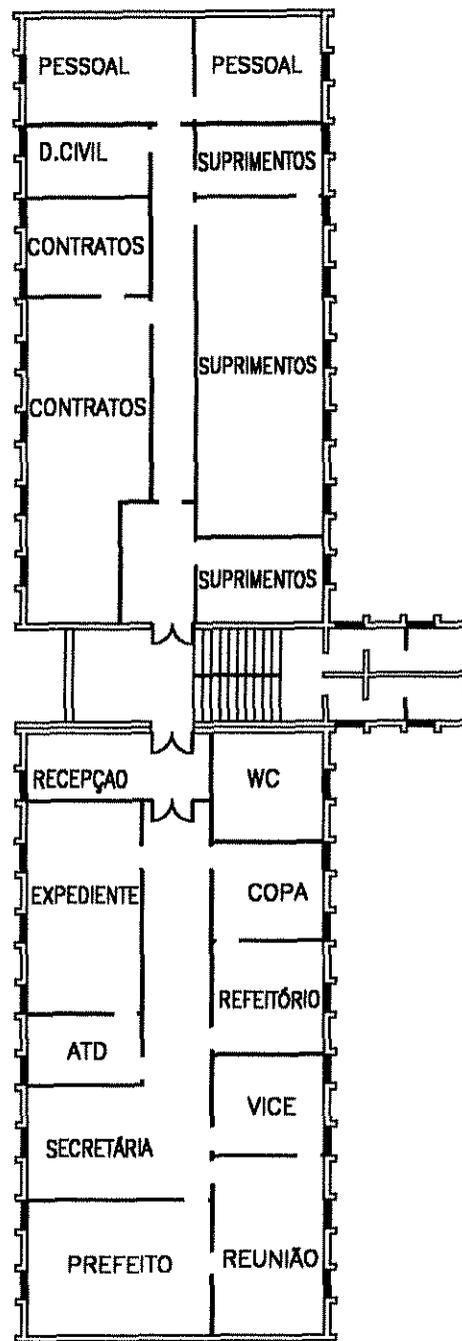


Pavimento térreo

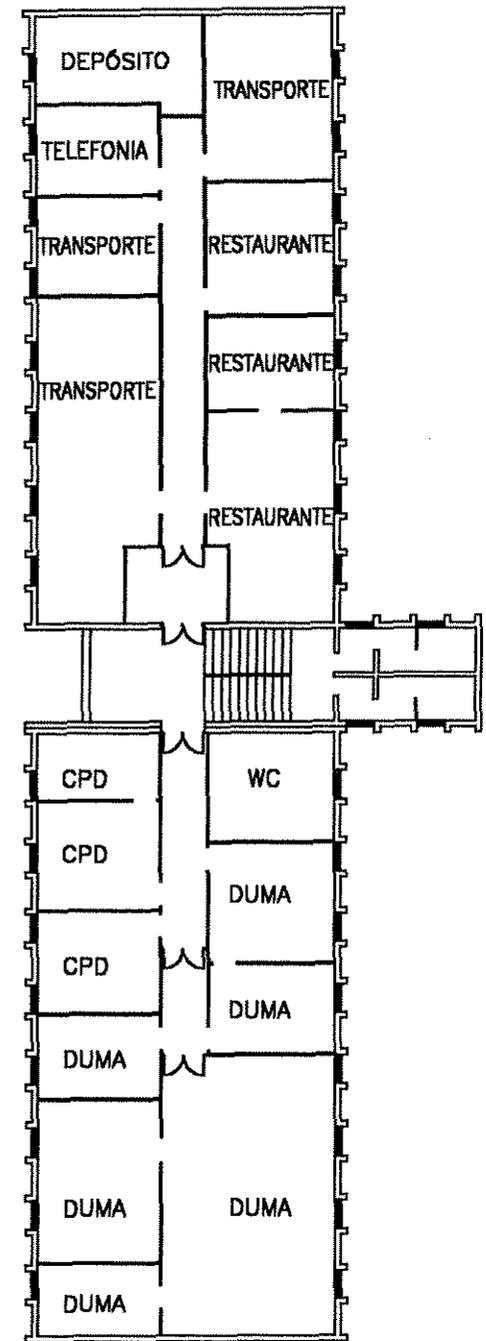
Planta baixa do prédio da Reitoria I



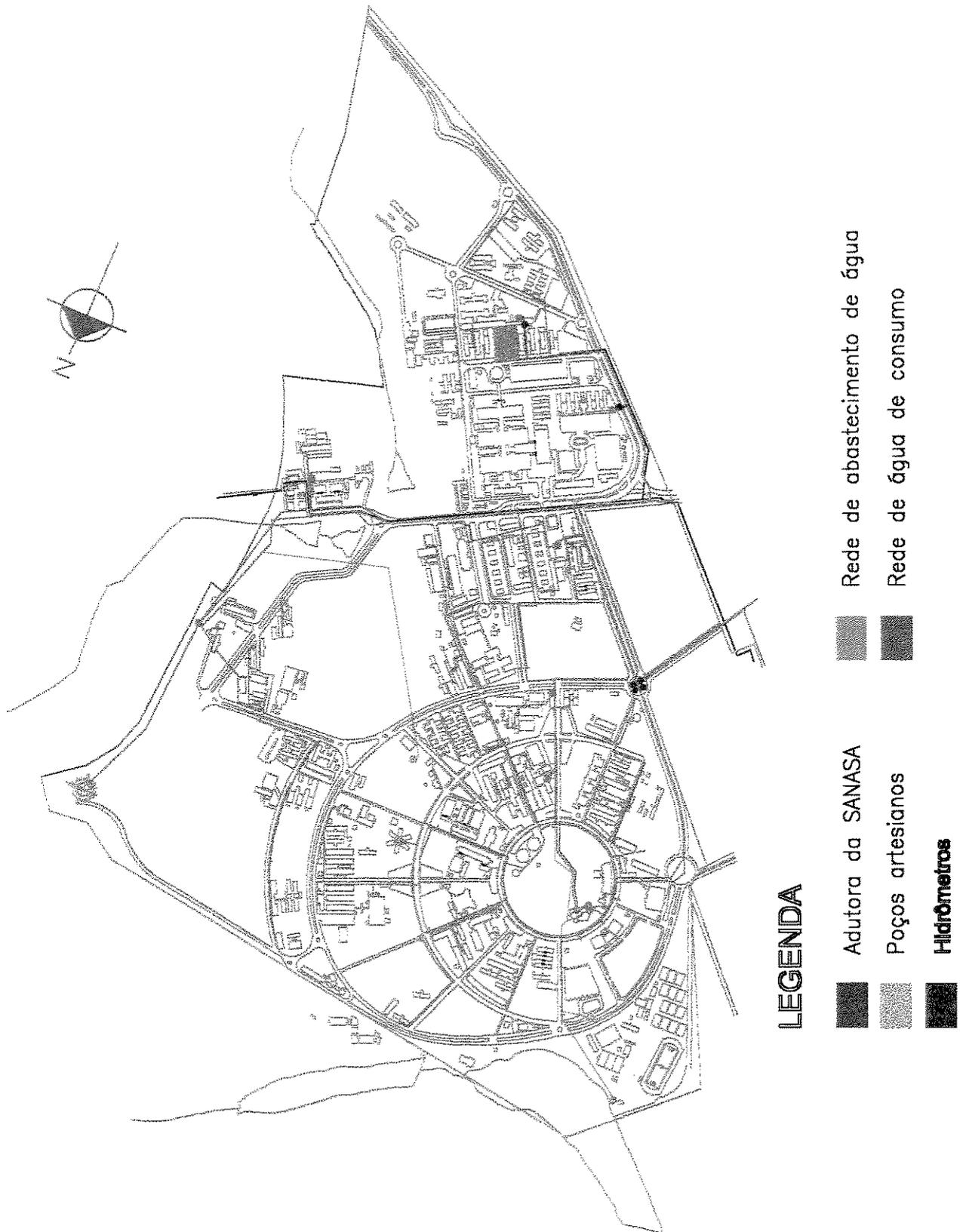
PAVTO. TÉRREO



PAVTO. 01



PAVTO. 02



Mapa com o posicionamento dos hidrômetros no Campus

PROJETO ÁGUA

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PREFEITURA DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO

QUESTIONÁRIO SOBRE TORNEIRAS ECONOMIZADORAS

EDIFÍCIO: _____ **UNIDADE:** _____

CARACTERIZAÇÃO:

FUNCIONÁRIO ()

PROFESSOR ()

ESTAGIÁRIO ()

PATRULHEIRO ()

1. Você considera que as torneiras dos lavatórios são:

() melhores que as antigas

() piores que as antigas

() iguais as antigas

Por que? _____

2. Em sua utilização no dia a dia, para as diversas finalidades, quantas vezes (em média) você aciona a torneira do lavatório para cada atividade:

Escovar dentes: _____

Lavar mãos/rosto _____

Outros: _____

3. Você considera que o tempo em que a torneira do lavatório fica aberta está:

() adequado, na maioria das vezes

() maior que o necessário, na maioria das vezes

() menor que o necessário, na maioria das vezes

4. Você considera que a quantidade de água (vazão) da torneira de lavatórios está:

() adequada

() maior que a necessária

() menor que a necessária

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SECÇÃO CIRCULANTE

CASO VOCE SEJA DO SEXO FEMININO, DESCONSIDERE AS PROXIMAS QUESTOES:

5. Você considera que as torneiras dos mictórios são:

- melhores que as antigas
- piores que as antigas
- iguais às antigas
- não utiliza.

Por que?

6. Você considera que o tempo em que a torneira do mictório fica aberta está:

- adequado, na maioria das vezes
- maior que o necessário, na maioria das vezes
- menor que o necessário, na maioria das vezes
- não sabe opinar

7. Você considera que a quantidade de água (vazão) da torneira dos mictórios está:

- adequada
- maior que a necessária
- menor que a necessária

SUGESTÕES:

A Faculdade de Engenharia Civil e a Prefeitura da UNICAMP agradecem a sua colaboração.

Sugestões dos usuários entrevistados

| SUGESTÕES | NÚMERO | PORCENTAGEM (%) |
|--|--------|-----------------|
| Implantação das torneiras economizadoras em todo o <i>campus</i> | 6 | 2,0 |
| Conscientização dos usuários no <i>campus</i> | 3 | 1,0 |
| Aumentar vazão e tempo das torneiras economizadoras | 38 | 15,0 |
| Instalação de bacia de volume reduzido | 1 | 0,5 |
| Colocar torneira com sensor | 4 | 2,0 |
| Fazer manutenção periódica | 4 | 2,0 |
| Aumentar a pressão nas bacias | 1 | 0,5 |
| Diminuir o tempo das torneiras economizadoras | 7 | 3,0 |

Nota: A porcentagem apresentada foi determinada considerando o número total de usuário entrevistados (em todos os edifícios), ou seja, 254 pessoas.

Referências Bibliográficas

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Water conservation guidebook for small and medium - sized utilities. August 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Aparelhos hidráulicos acionados manualmente e com ciclo de fechamento automático - NBR 13713. Rio de Janeiro, RJ. Agosto, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Aparelhos sanitários de material cerâmico - NBR 6452. Rio de Janeiro, RJ. Maio, 1997.

AYRES ASSOCIATES. The impact of water conserving plumbing fixture on institutional and multi-family water use. Tampa, Florida, October 1993. (Report prepared for: The City of Tampa Water Department Water Conservation Section).

BLEASE, K. Institutional, Commercial and Industrial Water Audits - The need for methods and results. CONSERV 93. Las Vegas, Nevada. Dezembro, 1993.

BORBA Jr., E. F. Programa Especial de redução de Perdas 198/83 na Região Metropolitana de São Paulo. Revista DAE, 119, p.88-96. 1978.

- CARDIA, N. G. **O comportamento de conservação de água: Subsídios teóricos para campanhas educativas de redução de consumo.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA E ABASTECIMENTO PÚBLICO. São Paulo. Anais. 1986.
- CARDIA, N; ALUCCI, M. P.; VARGAS, M. C. **Campanhas de educação voltadas à economia de água.** São Paulo, novembro, 1998. Programa Nacional De Combate ao Desperdício de Água. (DTA - Documento Técnico de Apoio nº B2).
- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Projeto - Implantação do Programa do Uso Racional da Água no CEAGESP.** Diagnóstico Final São Paulo, janeiro, 1999.
- CORTÉS, F. I. **Uso Eficiente del Agua en Ciudades e Industrias.** Seminário Internacional sobre Uso Eficiente del Agua. Cidade do México, México. 1991.
- DEBRA, J; SELSKY, P. **Integrating Water Conservation into Water Planning.** CONSERV 93. Las Vegas, Nevada. Dezembro, 1993.
- DIAS, S. **Água, Meio Ambiente e Vida.** Coleção Água, Meio Ambiente e Cidadania. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. 2ª edição. Brasília, DF. 1999. 32 pgs.
- FELÍCIO, H. **Reuso da água para fins não potáveis: seu lugar no gerenciamento de recursos hídricos.** Revista DAE. São Paulo. Jan/Junho 1991. Vol 51 nº 160. Pags 15-19.
- FREIRE, C.A. **O emprego de dispositivo automático em aparelhos sanitários para o uso racional da água.** São Paulo, 1999. 137p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

- FREITAS, M. A. V.; SANTOS, A. H.M. **Importância da Água e da Informação hidrológica.** O Estado das Águas no Brasil - 1999. Perspectivas de gestão e informação de Recursos Hídricos. ANNEL, SIH; MMA, SRH; MME. Brasília, DF. 1999. Págs 13 a16.
- GONÇALVES, et. al. **Execução e Manutenção de Sistemas Hidráulicos Prediais.** São Paulo, SP. Editora Pini. 2000. 191 pgs.
- GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA, L.H. **Methodology for the development of na institutional and technological water conservation program in buildings.** In CIB - W62 SYMPOSIUM YOKOHAMA JAPAN. Proceedings Yokohama, November 1997, 19p.
- GONÇALVES, P. M. **Bases metodológicas para a racionalização do uso de água e energia no abastecimento público de água em São Paulo.** São Paulo, 1995. 330p. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- GRIGGS, J.C.; SHOULER, M.C. **Na examination of Water Conservation Measures.** In CIB - W62 SYMPOSIUM. 1994. 11p.
- HAGLER BAILY SERVICES. **The CII ULFT savings Report.** 1997. 118pgs.
- <http://www.docol.com.br> acessado em 04/04/99
- ILHA, M.S.O. **Estudo para a determinação do volume reduzido de descarga para operação de bacias sanitárias.** Projeto de pesquisa de Pós-Doutorado. Campinas, SP. Março, 1999.
- KIYA, F. **Water Consumption in Various Types of Buildings in Japan.** In: CIB - W62, SEMINAR FRANCE, Novembro 1979. Proceedings 17p.
- KOBRICK, J.D. **Nonresidential Water Conservation Programs and Examples.** CONSERV 93. Las Vegas, Nevada. Dezembro, 1993.

- KONEN, T. P. **Water saved by low-flow fixtures.** Stevens Institute of Technology. Chapter 4. 1995.
- MARTINS, J. P.. **Escassa, água torna-se motivo de conflitos.** Campinas, 1999. Jornal Correio Popular. Cidade-5.
- MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (MPO). **Metas mobilizadoras nacionais.** PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE (PBQP). SECRETARIA DE POLÍTICA URBANA (SEPURB). Brasília. Julho, 1998.
- MORROW, L. **Water Conservation Education: Listening, Learning and Doing.** CONSERV 93. Las Vegas, Nevada. Dezembro, 1993.
- MONTENEGRO, M. H. F.; SILVA, R. T. **Economia de Água: Quadro de necessidades e linhas de ação.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA E ABASTECIMENTO PÚBLICO. São Paulo. Anais. 1986.
- NUNES, et. al. **Patologia dos Sistemas Hidráulicos Prediais e o Consumo de Água Fria no edifício da faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP.** V Congresso Ibero-americano de Patologias das Construções e VII Congresso de Controle da Qualidade - CONPAT 99. Montevideú, Uruguai. 6 págs.
- OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios.** São Paulo, 1999. 344p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- Regional approaches to efficient water uses: Tales from the Frenches.**
<http://www.epa.gov/ow/you/chap4.html> Acessado em 09/07/99
- RODRIGUEZ, A. F.; CHAVES, H. **Gerenciamento de Recurso Hídricos.** Banco Mundial. Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília, DF. 1998. 292pgs.

SABESP.[on line]. **Estudos de caso - Uso racional da água.**
<http://www.sabesp.com.br/uragua/distribuição.htm> acessado em 28/10/99.

SILVA, H. K. S.; ALVES, R. F. F. **O saneamento das águas no Brasil.** O Estado das Águas no Brasil - 1999. Perspectivas de gestão e informação de Recursos Hídricos. ANNEL, SIH; MMA, SRH; MME. Brasília, DF. 1999.págs 83 a 101.

SILVA, R. T.; CONEJO, J. G. L. **Definições de perdas nos sistemas públicos de abastecimento.** Brasília 1998. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA - Documento Técnico de Apoio nº A2).

SILVA, R. T.; CONEJO, J. G. L. GONÇALVES, O. M. **Apresentação do programa.** Brasília 1998. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA - Documento Técnico de Apoio nº A1).

SOROCZAN, C. **Case studies of water reuse technologies in Canadian Residential Buildings.** CIB - W62 SYMPOSIUM ROTTERDAN, Setembro 1998. 8pgs.

Bibliografia Recomendada

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Reuso da água - Nós construímos a qualidade de vida. São Paulo, 1992. 25p.

BAUMANN, D. D. et al. Water Conservation: The Struggle Over Definition. Water Resources Research, 20 (4). 1984. P 428-434.

COELHO, A. C. Medição de Água e Controle de Perdas. ABES. Rio de Janeiro, RJ. Fvreiro, 1983.

GONÇALVES, O. M.; PRADO, R. T. A.; OLIVEIRA, L.H; PETRUCI, A. L. Metodologia para a redução de consumo de água de edifícios grandes consumidores. São Paulo, dezembro 1998. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA - Documento Técnico B3)

HESPANHOL, I. Esgotos como recurso hídrico. Parte I: Dimensões políticas, institucionais, legais, econômico-financeiras e sócio-culturais. Revista Engenharia. 1997.nº 523. Pags 45-58.

HLBERG, S.; OLSSON, E. Water Consumption and Design Requirements. CIB W62 - Novembro 1979. 18p.

- MALAN, G. J; CRABTREE, P. R. **The effect of individual meters on the water consumption in apartment buildings.** In: CIB - W62 SYMPOSIUM BRAZIL, Setembro 1987. Proceedings. São Paulo. 17p
- PIKE, C. W. **Which Commercial Customers Use the most Water?** CONSERV 99. Monterey, Califórnia. Fevereiro, 1999.
- PRADO, R.T.A; FREIRE,A.F. **Collective Urinals Instrumentation and the Water Conservation Issue.** CIB - W62 SYMPOSIUM ROTTERDAM, Setembro 1998. Rotterdam. 11p.
- ROCHA, A. L; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água.** São Paulo, novembro 1998. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA - Documento Técnico E1)
- ROCHA,A. L; MONTENEGRO, M. H. F. **Conservação de Água no uso doméstico: Esforço Brasileiro.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ECONOMIA DE ÁGUA E ABASTECIMENTO PÚBLICO. São Paulo. Anais. 1986.
- SILVA, H. K. S.; ALVES, R. F. F. **O Saneamento das águas no Brasil.** O Estado das Águas no Brasil - 1999. Perspectivas de gestão e informação de Recursos Hídricos. ANNEL, SIH; MMA, SRH; MME. Brasília, DF. 1999. 19 pgs.
- SIMPSON, G. C.; CRABTREE, P. R. **Monotoring Domestic Water Consumption patterns.** CIB - W62 SYMPOSIUM BRAZIL, Setembro 1987. São Paulo. 20p.
- SPIEGEL, M. R. **Estatística: resumo da teoria.** São Paulo, SP. Editora McGRAW-HILL. 1974. 580 pgs.
- VASCONCELLOS, L. A C. **Planejamento da manutenção predial visando a pós-entrega.** Niterói, RJ. 1998. 187p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Fluminense.

Abstract

Nunes, Solange da Silva. Study of Water Conservation in the State University of Campinas. Campinas-SP, Faculdade de Engenharia Civil, State University of Campinas, 2000.

Usually, the maintenance service in Institutional building is centralized and has a small staff. In this setting, users are not worried about water consumption since they are not directly affected by the consumption costs. These aspects cause a generalized situation of leakage and water losses. This study is concerned with the analysis of some aspects related to water conservation in nineteen buildings located in the Campus of the State University of Campinas, Sao Paulo, which has a daily population of 30000 users and almost 250 buildings. The research had contemplated the plumbing fixtures survey in all buildings, waste water detection and repair, water consumption remote monitoring and replacement of traditional urinal and lavatory faucets by saver ones. The results indicated a decrease of 10 to 87.5 percent in the monthly water consumption. The acceptance percentage was elevated, being 88% for the lavatory faucets and 95% for the urinals faucets.

Keywords: Water Conservation; Leakage Detection; Building Systems.