



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

**Subsídios para a Implementação de Sistema de  
Manutenção em *Campus* Universitário, com Ênfase em  
Conservação de Água**

**Luciana Pereira Pedroso**

**Campinas  
2002**

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

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

**Subsídios para a Implementação de Sistema de  
Manutenção em *Campus* Universitário, com Ênfase em  
Conservação de Água**

**Luciana Pereira Pedroso**

**Orientadora: Profa. Dra. Marina Sangoi de 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 de Edificações.

Atesto que esta é a versão definitiva da dissertação/tese.

21/02/03

Prof. Dr.

*M. Ilha*

Matrícula: 25222-1

**Campinas, SP  
2002**

**UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE**

UNIDADE	Be
Nº CHAMADA	T/UNICAMP
	P343s
V	EX
TOMBO BC/	54430
PROC.	124/03
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	15/06/03
Nº CPD	

CM001E5616-0

BIB ID 293686

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

P343s      Pedroso, Luciana Pereira  
              .Subsídios para a implementação de sistema de  
              manutenção em Campus Universitário, com ênfase em  
              conservação de água / Luciana Pereira Pedroso.--  
              Campinas, SP: [s.n.], 2002.

             Orientador: Marina Sangoi de Oliveira Ilha.  
              Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
              Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.

             1. Água - Conservação. 2. Edifícios - Manutenção.  
              3. Manutenção. 4. Manutenção produtiva total. Água. I.  
              Ilha, Marina Sangoi de Oliveira. II. Universidade  
              Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil.  
              III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

**Subsídios para a Implementação de Sistema de  
Manutenção em *Campus* Universitário, com Ênfase em  
Conservação de Água**

**Luciana Pereira Pedroso**

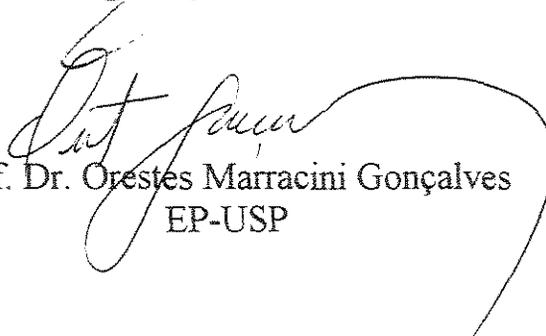
**Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:**

*Marina S de Oliveira Ilha.*

Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha  
Presidente e Orientadora/FEC-UNICAMP



Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Jr.  
EEC-UNICAMP



Prof. Dr. Orestes Marracini Gonçalves  
EP-USP

**Campinas, 26 de junho de 2002**

962156005

## **Dedicatória**

Aos meus pais e irmãos,  
pela compreensão dos momentos de ausência.

A Osvaldo Júnior,  
pela constante companhia, carinho e incentivo.

## **Agradecimentos**

À Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Marina Sangoi de Oliveira Ilha, pela dedicada orientação, paciência e palavras de incentivo para a realização deste trabalho e de um sonho pessoal.

Ao Pr. Dr. Orlando Fontes Lima Jr., pelo pronto auxílio no decorrer do PRO-ÁGUA e nas etapas deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Orestes Marracini Gonçalves, pela participação e sugestões muito bem-vindas.

À equipe do PRO-ÁGUA, pela amizade e auxílio ao longo de todo o período em que estive diretamente junto ao grupo.

Aos colegas de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP: Maria Aparecida, Letícia, Solange, João Carlos e Mariana pelo convívio e amizade.

À equipe de engenheiros e funcionários do Escritório Técnico de Obras (ESTEC), em especial ao diretor deste órgão, Prof. Dr. Carlos Alberto B. Guimarães, pelas ricas observações na idealização desta proposta metodológica.

À amiga de todas as horas, Arquiteta Luciana Fernandes de Souza, pelo apoio, grata convivência, e incentivo.

À amiga Bióloga Maria Aparecida Rodrigues, pela criação, com muito carinho, da epígrafe deste trabalho.

À *Prefeitura do Campus* da UNICAMP, pela bolsa concedida no início do PRO-ÁGUA, a qual foi o incentivo necessário para o ingresso no mestrado.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de estudo concedida durante o mestrado.

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

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Água,  
Princípio, existência, vida.  
Água,  
Conservação, consciência, sobrevivência.  
Água,  
Fim, inexistência, não-Vida.”*

*mar, 2002*

## Sumário

	Página
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas.....	xiii
Resumo.....	xv
1 Introdução.....	01
2 Objetivos.....	05
3 Revisão Bibliográfica.....	07
3.1 Sistemas Prediais Hidráulico-Sanitários.....	08
3.1.1 Sistema Predial de Água Fria.....	09
3.2 Perda, Desperdício e Vazamento.....	12
3.3 Sistemas Públicos e Perdas.....	13
3.4 Sistemas Hidráulicos Prediais e as Perdas.....	16
3.4.1 Patologias dos Sistemas Hidráulicos Prediais.....	16
3.4.2 Patologias do Sistema Predial de Água Fria e as Perdas.....	19
3.5 Programas de Conservação de Água.....	22
3.6 Conceituação Geral da Manutenção.....	34
3.6.1 Conceitos Iniciais.....	34
3.6.2 Tipos de Manutenção.....	40
3.6.2.1 Quanto à Forma de Organização.....	40
3.6.2.2 Quanto à Forma de Atuação.....	42
3.6.3 Sistema de Manutenção Predial.....	47

3.6.4 Evolução dos Sistemas de Manutenção.....	52
3.7 Considerações Finais.....	58
4 Subsídios para a Implementação de um Sistema de Manutenção em <i>Campus</i> Universitário, com Ênfase em Conservação de Água.....	59
4.1 Designação do Coordenador, da Equipe de Trabalho e do Gestor do Edifício.....	63
4.2 Caracterização do <i>Campus</i> Universitário.....	65
4.3 Elaboração do Manual de Manutenção dos Sistemas Prediais de Água Fria.....	67
4.4 Desenvolvimento e Implementação do Sistema de Informação.....	69
4.5 Definição da Forma de Organização da Manutenção.....	71
4.6 Definição da Forma de Atuação da Manutenção.....	74
4.7 Treinamento dos Gestores dos Edifícios e da Mão-de-Obra Especializada.....	76
4.8 Realização da Manutenção Corretiva Inicial.....	78
4.9 Operação do Sistema de Manutenção com a Contínua Atualização do Cadastro.....	80
4.10 Estudo de Caso: O <i>Campus</i> da Universidade Estadual de Campinas.....	81
4.10.1 Designação do Coordenador, da Equipe de Trabalho e do Gestor do Edifício.....	82
4.10.2 Caracterização dos Edifícios Localizados no <i>Campus</i> da Universidade Estadual de Campinas.....	83
4.10.3 Elaboração do Manual de Manutenção dos Sistemas Prediais de Água Fria.....	92
4.10.4 Desenvolvimento e Implementação do Sistema de Informação.....	93
4.10.5 Definição da Forma de Organização da Manutenção.....	94
4.10.6 Definição da Forma de Atuação da Manutenção.....	95
4.10.7 Treinamento dos Gestores dos Edifícios e da Mão-de-Obra Especializada.....	96
4.10.8 Realização de Manutenção Corretiva Inicial.....	98
4.10.9 Operação do Sistema de Manutenção com a Contínua Atualização do Cadastro.....	100
5 Conclusões.....	101
Referências Bibliográficas.....	103
Anexos.....	112
Anexo 1 – Planilha de Levantamento.....	113
Anexo 2 – Aparelhos/Equipamentos Comumente Encontrados em um <i>Campus</i> Universitário.....	115
Anexo 3 – Composição do <i>Kit</i> Básico para Pequenos Consertos.....	117
Anexo 4 – Exemplo de Ordem de Serviço.....	119

Anexo 5 – Exemplo de Planilha de Levantamento Preenchida com Dados do Levantamento de Campo.....	121
Anexo 6 – Exemplo de Relatório de Intervenção para as Unidades.....	123
Anexo 7 – Manual de Manutenção de Sistemas Prediais de Água Fria.....	135
Abstract.....	173

## Lista de Figuras

	Página
Figura 3.1: Sistema direto sem bombeamento e com bombeamento.....	09
Figura 3.2: Sistema indireto (SI) com reservatório superior; SI com bombeamento e reservatório superior; SI com reservatórios inferior e superior.....	10
Figura 3.3: Sistema indireto com reservatórios inferior e superior.....	11
Figura 3.4: Pontos freqüentes de vazamentos em redes de distribuição (percentuais ilustrativos baseados em experiência da SANASA).....	14
Figura 3.5: Diagrama Ishikawa aplicado ao processo de geração do SHP.....	17
Figura 3.6: Consumo de água da UNICAMP antes e após a implementação do PRO-ÁGUA.....	33
Figura 3.7: Desempenho dos edifícios ao longo do tempo, sem manutenção periódica.....	36
Figura 3.8: Desempenho dos edifícios ao longo do tempo quando submetidos à manutenção periódica.....	36
Figura 3.9: Possibilidade de intervenções em função do nível tecnológico desejado.....	38
Figura 4.1: Etapas para a implementação de um sistema de manutenção em <i>campus</i> universitário.....	60
Figura 4.2: Atividades a serem realizadas para a operação do sistema de manutenção e contínua atualização do cadastro, considerando-se a manutenção descentralizada.....	62
Figura 4.3: Atividades a serem realizadas para a operação do sistema de manutenção e contínua atualização do cadastro, considerando-se a manutenção centralizada.....	63
Figura 4.4: Planta arquitetônica atualizada de edificação localizada na UNICAMP.....	89
Figura 4.5: Índices de vazamentos por edifício.....	90
Figura 4.6: Consumo médio diário de água antes e após o conserto dos vazamentos.....	99

## Lista de Tabelas

	Página
Tabela 3.1: Tipos de gotejamento em torneiras.....	21
Tabela 3.2: Estudos relacionados com a implantação de Programas de Conservação de Água.....	24
Tabela 3.3: Resultados da situação da manutenção.....	41
Tabela 3.4: Evolução das Atividades de Manutenção.....	53
Tabela 4.1: Associação entre atividades preparatórias para implementação da TPM e etapas para implementação de SM em <i>campus</i> universitário.....	61
Tabela 4.2: Descrição e periodicidade das atividades de manutenção dos aparelhos sanitários.....	68
Tabela 4.3: Defeitos/falhas por aparelho sanitário e intervenções necessárias.....	79
Tabela 4.4: Análise Descritiva dos Edifícios do <i>Campus</i> .....	84
Tabela 4.5: Principais patologias encontradas nos diferentes aparelhos sanitários – todas unidades e órgãos.....	88

## Lista de Abreviaturas

ABNT	:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BRE	:	<i>Building Research Establishment</i>
CAESB	:	Companhia de Saneamento do Distrito Federal
CASAN	:	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CESAN	:	Companhia Espírito Santense de Saneamento
COMPESA	:	Companhia Pernambucana de Saneamento
EPUSP	:	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
IPT	:	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
NBR	:	Norma Técnica Brasileira
PBQP-H	:	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Construção Habitacional
PENSA	:	Programa de Educação Sanitária e Ambiental
PNCDA	:	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PURA	:	Programa de Uso Racional da Água
SABESP	:	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANASA	:	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. do município de Campinas-SP
SANEPAR	:	Companhia de Saneamento do Paraná
SANESUL	:	Companhia de Saneamento do Estado do Mato Grosso do Sul

SHP	:	Sistema Hidráulico Predial
SM	:	Sistema de Manutenção
SPAF	:	Sistema Predial de Água Fria
SPAP	:	Sistema Predial de Águas Pluviais
SPAQ	:	Sistema Predial de Água Quente
SPES	:	Sistema Predial de Esgoto Sanitário
UNICAMP	:	Universidade Estadual de Campinas
USP	:	Universidade de São Paulo
PRO-ÁGUA	:	Programa de Conservação de Água
ABRAMAN	:	Associação Brasileira de Manutenção
SMP	:	Sistema de Manutenção Predial
TPM	:	<i>Total Productive Maintenance</i> ou Manutenção da Produtividade Total
FEC	:	Faculdade de Engenharia Civil
ESTEC	:	Escritório Técnico de Obras
LAV	:	Lavatório
MIC	:	Mictório
BSC <sub>x</sub>	:	Bacia Sanitária com Caixa de Descarga Acoplada
BSV	:	Bacia Sanitária com Válvula de Descarga
PIA	:	Torneira de Pia
TUG	:	Torneira de Uso Geral
BD	:	Bebedouro
CH	:	Chuveiro
DH	:	Ducha Higiênica
FEEC	:	Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação

## Resumo

Pedroso, Luciana Pereira. Subsídios para a Implementação de Sistema de Manutenção em *Campus* Universitário, com Ênfase em Conservação de Água. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2001. 173 páginas. Dissertação (Mestrado).

Em vários países vêm sendo desenvolvidos vários estudos e projetos que visam a conservação de água. Alguns autores apresentam Programas de Uso Racional da Água que comprovam que a correção dos vazamentos reduz significativamente o consumo de água, sendo necessário um eficiente sistema de manutenção para a garantia da não diminuição dos índices de economia obtidos. Em edifícios públicos, é grande o índice de perdas de água, tanto pela inexistência de manutenção efetiva como pela falta de sensibilização do usuário para a conservação desse insumo. O presente trabalho consiste na proposição de subsídios para a implementação de sistema de manutenção em *campus* universitário com ênfase em conservação de água, sendo apresentado um exemplo de aplicação das etapas propostas no *campus* Zeferino Vaz da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Palavras-Chave: Sistema de Manutenção; Sistema de Manutenção Predial; Manutenção Predial; Sistemas Prediais de Água Fria; Sistemas Prediais, Conservação de Água.

## 1 Introdução

A água é o elemento que deu origem e sustenta a vida no planeta Terra. Sem a água nenhuma espécie vegetal ou animal sobreviveria. A água constitui cerca de 70% do corpo humano e da alimentação.

Os oceanos, mares, geleiras, neve, lagos e rios cobrem aproximadamente dois terços da superfície da Terra. Os cientistas calculam seu volume total em 1,44 milhões de quilômetros cúbicos, cujos 95,1% constituem-se de águas salgadas (CREARJ, 1999).

O Brasil é um país privilegiado no que se refere à disponibilidade de água (detém aproximadamente 8% de toda água superficial do planeta), porém a sua distribuição não é uniforme em todo o território, estando os maiores mananciais localizados em regiões de menor densidade populacional, e a poluição crescente prejudica a qualidade dos mananciais localizados junto às grandes cidades.

Embora 98% dos municípios tenham algum tipo de serviço de abastecimento de água, apenas 64% dos domicílios são atendidos por este serviço. Além disso, apenas 10,4% dos municípios brasileiros, ou seja, 575 deles, tratam parte deste esgoto antes de lançá-lo nas águas de rios, lagos e mar. Dos distritos das cidades que não tratam o esgoto, 84,6% são despejados nos rios, comprometendo a qualidade da água usada para o abastecimento. De sua vez, apenas 33,5% dos domicílios são atendidos por rede coletora de esgoto, sendo que 64,7% do volume de esgoto coletado não é tratado (IBGE, 2002).

A Região Metropolitana de Campinas, São Paulo, onde localiza-se o *campus* da UNICAMP, estudo de caso apresentado neste trabalho, reúne 19 municípios e 24 distritos, sendo que 100% dos distritos são atendidos pelo serviço de tratamento de água e coleta de esgoto, porém, apenas 11 distritos (45,8% deles) contam com o tratamento do esgoto. Dos 13 distritos sem tratamento de esgoto, 11 deles lançam o efluente diretamente nos rios.

Quanto maior o consumo de água, maior o volume de esgoto a ser tratado e, portanto os custos envolvidos para o seu tratamento, os quais se somam aos custos do tratamento da água de abastecimento.

Tendo em vista o grande volume de esgoto que não é tratado antes do lançamento nos rios, a poluição dos mananciais junto às cidades vem aumentando, sendo a água para o abastecimento, buscada cada vez mais longe, encarecendo o sistema como um todo.

Um relatório elaborado por pesquisadores da Kassel University, Alemanha, apresenta um cenário montado para o ano de 2025, onde são identificadas as áreas de grande pressão sobre as fontes de água (“stress hídrico”), caso as ações que vêm sendo adotadas nas diferentes regiões do mundo, relativas ao uso das águas e disposição do esgoto sem tratamento, não sejam modificadas. O estudo indica que, nas áreas onde, em 1995, a pressão sobre os recursos hídricos era muito grande, várias ações estavam já sendo desenvolvidas para reverter essa situação, tais como uso de tecnologias economizadoras, reuso de águas residuárias, aproveitamento de água de chuva, entre outros; enquanto que, nos demais locais, o aumento da demanda e da poluição vêm crescendo sem as devidas providências no sentido de aliviar essa pressão. O Brasil foi inserido, neste relatório, de 1995, em uma situação de grande “stress” hídrico no ano de 2025 (KASSEL UNIVERSITY, 2002).

Inserido nesse contexto, vários países vêm adotando medidas com o objetivo de reduzir o consumo de água. Devem ser destacadas as medidas implementadas nos Estados Unidos, Japão, México, Suécia e Grã-Bretanha onde, com a revisão das normas e regulamentos, proposição de novos procedimentos para utilização da água e dos sistemas, e desenvolvimento de componentes

economizadores de água esses países vêm obtendo resultados positivos no que se refere à otimização do uso desse insumo nos edifícios (OLIVEIRA, 1999).

No Brasil, foi lançado em 1997, o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), o qual tem como objetivo melhorar a eficiência do uso da água em todas as fases de seu ciclo de utilização, desde a captação até o consumo final. (PNCDA, 2002).

Outra ação efetiva foi o lançamento, em 1998, do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade da Construção Habitacional (PBQP-H), sendo que um dos seus Programas Setoriais - Louças Sanitárias - tem como objetivo garantir a conformidade com as normas brasileiras de louças sanitárias e como benefício, o uso racional da água nos sistemas hidráulicos prediais, sendo que nas bacias sanitárias, até o final do ano de 2002, o volume máximo de descarga deverá ser em torno de 6 litros. Recentemente, o PBQP-H foi estendido para o *habitat*, visando a ampliação do alcance de alguns projetos existentes e a incorporação de novos, mantendo-se os procedimentos e promovendo a melhoria da qualidade de gestão nas empresas de projetos e obras (PBQP-H, 2002).

Em paralelo, algumas concessionárias de água têm desenvolvido programas de conservação de água no país. Destacam-se os programas realizados pela Companhia de Saneamento do Distrito Federal - CAESB e pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP (CAESB, 2000; SABESP, 2000).

Nesse mesmo sentido, Universidades e Institutos de Ensino e Pesquisa ao longo do país vêm desenvolvendo estudos e pesquisas relacionadas com a gestão da demanda e oferta da água, tanto em âmbito urbano como nos edifícios, onde, segundo ILHA (1993), é grande a incidência de patologias nos sistemas hidráulicos, as quais podem ser decorrentes de falhas no processo de geração (projeto e execução), uso e manutenção desses sistemas.

Em edifícios públicos, os usuários nem sempre estão sensibilizados para a conservação de água e a manutenção, muitas vezes, é ineficiente, quando não, inexistente. Dentro desta

tipologia, destacam-se os *campi* universitários onde, além dos problemas já citados, acrescentam-se a extensão da área e a descentralização de algumas atividades administrativas.

Em PURA/USP (2002) e PRO-ÁGUA/UNICAMP (2002b), ambos desenvolvidos em *campi* universitários, verifica-se que grandes economias estão sendo obtidas com a implementação de Programas de Uso Racional da Água, sendo que uma das ações contempladas, responsáveis por grandes índices de redução de consumo desse insumo é o conserto de vazamentos nos sistemas prediais.

Percebe-se, porém que, se não implementado um sistema adequado de manutenção, boa parte das patologias e, conseqüentemente, as perdas de água, voltarão a ocorrer. Inserido neste contexto é que foi desenvolvido o presente trabalho, que consiste na proposição de subsídios para a implementação de sistema de manutenção em *campus* universitário com ênfase em conservação de água.

Nos Capítulos 2 e 3, respectivamente, são apresentados os objetivos a serem atingidos com o desenvolvimento deste trabalho e a revisão bibliográfica efetuada, a qual contempla os tipos de Sistemas Prediais de Água Fria, as definições de perda, desperdício e vazamento e, posteriormente as patologias mais freqüentes neste sistema. São também apresentados programas de conservação de água desenvolvidos em alguns países. E, finalmente, são apresentados conceitos referentes à implementação de Sistemas de Manutenção Predial.

Os subsídios para a implementação de sistema de manutenção em *campus* universitário com ênfase em conservação de água encontram-se explicitados no Capítulo 4, onde são descritas as etapas a serem seguidas para a referida implementação e a aplicação desta proposição no *campus* Zeferino Vaz da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Por último, são apresentadas as conclusões e as referências bibliográficas.

## 2 Objetivos

O desenvolvimento do presente trabalho parte da premissa de que a estabilização ou, até mesmo, o aumento dos índices de economia de água obtidos em programas de uso racional deste insumo dependem de um sistema adequado de manutenção dos sistemas prediais de água, de modo a evitar perdas por vazamentos.

Inserido nesse contexto, os objetivos principais a serem atingidos com o seu desenvolvimento são:

- Fornecer subsídios para a implementação de sistema de manutenção para *campus* universitário, incluindo as principais etapas a serem seguidas;
- Aplicar no *campus* da UNICAMP a seqüência de etapas propostas, tendo em vista avaliar a sua viabilidade, trazendo como benefício a não diminuição dos índices de economia obtidos com o Programa de conservação de água (PRO-ÁGUA).

Como objetivos secundários, destacam-se:

- Analisar os principais requisitos para o desenvolvimento de um sistema de informação a ser aplicado em manutenção predial, quando as distâncias entre os edifícios são significativas;
- Analisar a gestão do sistema de manutenção proposto para esta tipologia, apresentando os elementos principais necessários;
- Analisar o impacto na redução do consumo de água fria pela detecção e conserto de vazamentos em uma amostra de edifícios localizados no *campus* da UNICAMP;

- Identificar as principais patologias que ocorrem nos Sistemas Prediais de Água Fria nesta tipologia de edifícios, a partir do estudo de caso desenvolvido.

### 3 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo são apresentadas informações e conceitos necessários para os Sistemas Prediais de Água Fria e a implementação de um Sistema de Manutenção.

Deste modo, para a implementação de um sistema de manutenção é necessária a compreensão das particularidades do Sistema Predial de Água Fria, o qual é detalhado no item 3.1.1. A seguir, no item 3.2 são apresentadas as definições de perda, desperdício e vazamento aplicáveis a este sistema e no item 3.3, as perdas nos sistemas públicos e os programas de conservação de água que algumas concessionárias de água estão aplicando para a redução das perdas.

No item 3.4 são apresentadas as patologias nos sistemas hidráulicos prediais e as perdas; e no item 3.5, alguns programas de conservação de água de diversos países, os quais, em sua maioria, sugerem o conserto de vazamentos para o êxito destes programas.

Por fim, no item 3.6 são apresentados conceitos gerais de manutenção e de manutenção da produtividade total, que é a sistemática que será parcialmente utilizada no próximo capítulo, para o alcance dos objetivos citados no capítulo anterior. Há, então, a necessidade da apresentação destes conceitos para a proposição de um sistema de manutenção em *campi* universitários, que é a proposta desta dissertação.

### 3.1 Sistemas Prediais Hidráulico-Sanitários

Os Sistemas Prediais Hidráulico-Sanitários (SPHS) podem ser definidos como o conjunto de componentes e ambientes sanitários cuja finalidade é a condução de água potável para o consumo, permitir sua utilização de forma conveniente, recolhê-la após o uso e encaminhá-la ao sistema público de coleta ou dispô-la em local adequado (AMORIM, 1989).

Os SPHS podem ser divididos em três sub-sistemas inter-relacionados entre si, de acordo com suas finalidades, quais sejam:

- suprimento de água;
- aparelhos/equipamentos sanitários;
- coleta de esgoto sanitário.

Com a função de prover água nos locais de uso, sejam eles os reservatórios ou os aparelhos sanitários, o sistema de suprimento de água é composto, por sua vez, por três sub-sistemas: abastecimento, reservação e distribuição (água fria e/ou quente).

O sistema de aparelhos/equipamentos sanitários tem a função de proporcionar o uso da água nos pontos de consumo e coletar os dejetos e a água utilizada. Este sistema abrange também os metais, dispositivos e demais acessórios que possibilitam a descarga de água, tais como as torneiras, válvulas de descarga, etc.

Já o sistema de coleta de esgoto sanitário compreende o conjunto de tubulações e acessórios destinados a conduzir os esgotos sanitários para o sistema público de coleta ou sistema particular de tratamento.

Neste trabalho serão abordados apenas os sistemas prediais de suprimento de água e de aparelhos sanitários, sendo analisadas as patologias que ocorrem nesse de sistema, e propostas ações para a redução do consumo de água.

### 3.1.1 Sistema Predial de Água Fria

O sistema predial de água fria (SPAF) pode ser classificado em direto e indireto. O sistema direto se caracteriza pela ligação dos componentes de utilização aos elementos que constituem o abastecimento, sem a interposição de um reservatório. Esse sistema pode ser com ou sem bombeamento, dependendo das condições de pressão e vazão da rede pública. A Figura 3.1 apresenta exemplos do sistema direto.

O sistema indireto é caracterizado por um conjunto de suprimento e reservação, onde o sistema de abastecimento alimenta a rede de distribuição. Quanto à pressurização, pode ser por gravidade ou hidropneumático. Se por gravidade, pode conter somente reservatório superior, com ou sem bombeamento, ou reservatório superior e inferior, o qual, necessariamente deve conter uma instalação elevatória.

Na Figura 3.2 são apresentados exemplos do sistema indireto.

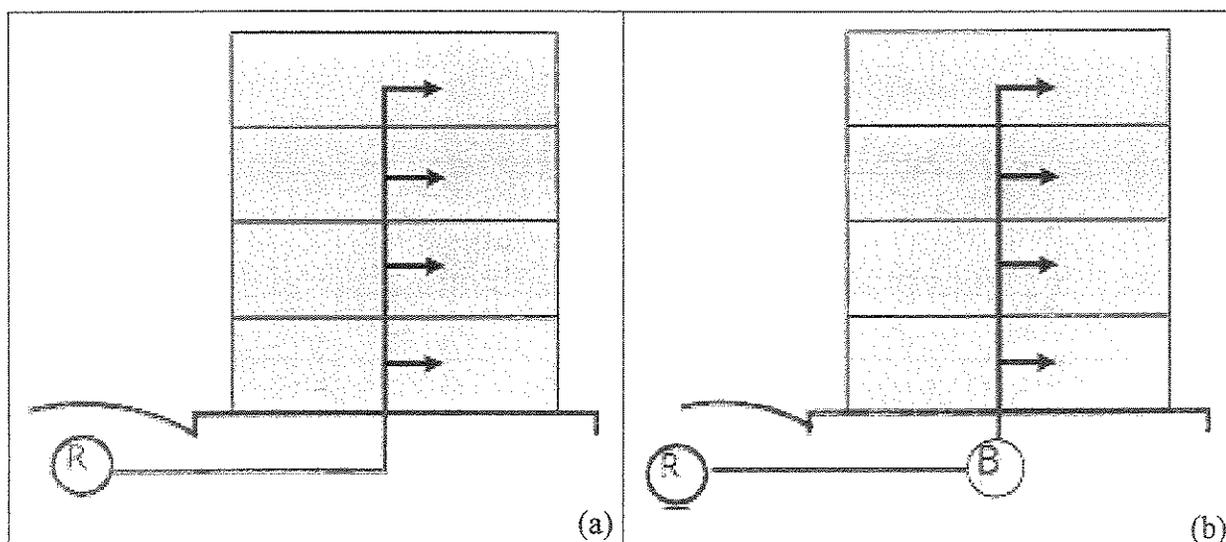


Figura 3.1: Sistema direto sem bombeamento (a) e com bombeamento (b)  
Fonte: ILHA;GONÇALVES (2002)

A escolha do sistema a ser empregado dependerá da disponibilidade e confiabilidade do sistema público de abastecimento de água.

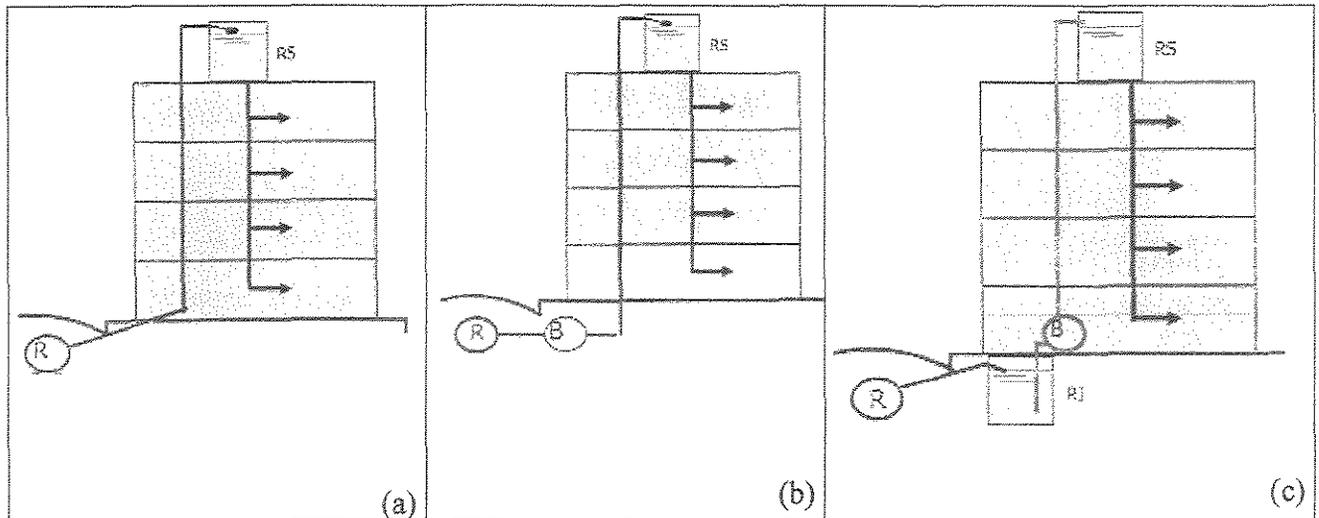


Figura 3.2: Sistema indireto (SI) com reservatório superior (a); SI com bombeamento e reservatório superior (b); SI com reservatórios inferior e superior (c).

Fonte: ILHA; GONÇALVES (2002)

A NBR 5626 (ABNT, 1998) especifica que devem ser previamente analisadas as características da oferta de água e a necessidade de reservação. Porém, ressalta que a adoção do abastecimento direto para alguns pontos de utilização e do indireto para outros, explorando-se as vantagens de cada tipo de abastecimento, constitui, em muitos casos, a melhor solução.

O sistema comumente empregado nas cidades brasileiras é o indireto, com um ou dois reservatórios, sendo a pressurização por gravidade. A Figura 3.3 apresenta exemplos desse sistema, com as principais partes constituintes.

O sistema indireto de água fria com dois reservatórios pode ser dividido nos seguintes subsistemas:

- alimentação: compreendido entre o medidor principal e o reservatório inferior ou superior, conforme a configuração do sistema;
- reservação: compreende o reservatório inferior, o recalque e o reservatório superior;
- distribuição: compreendido entre o reservatório superior e os pontos de utilização.

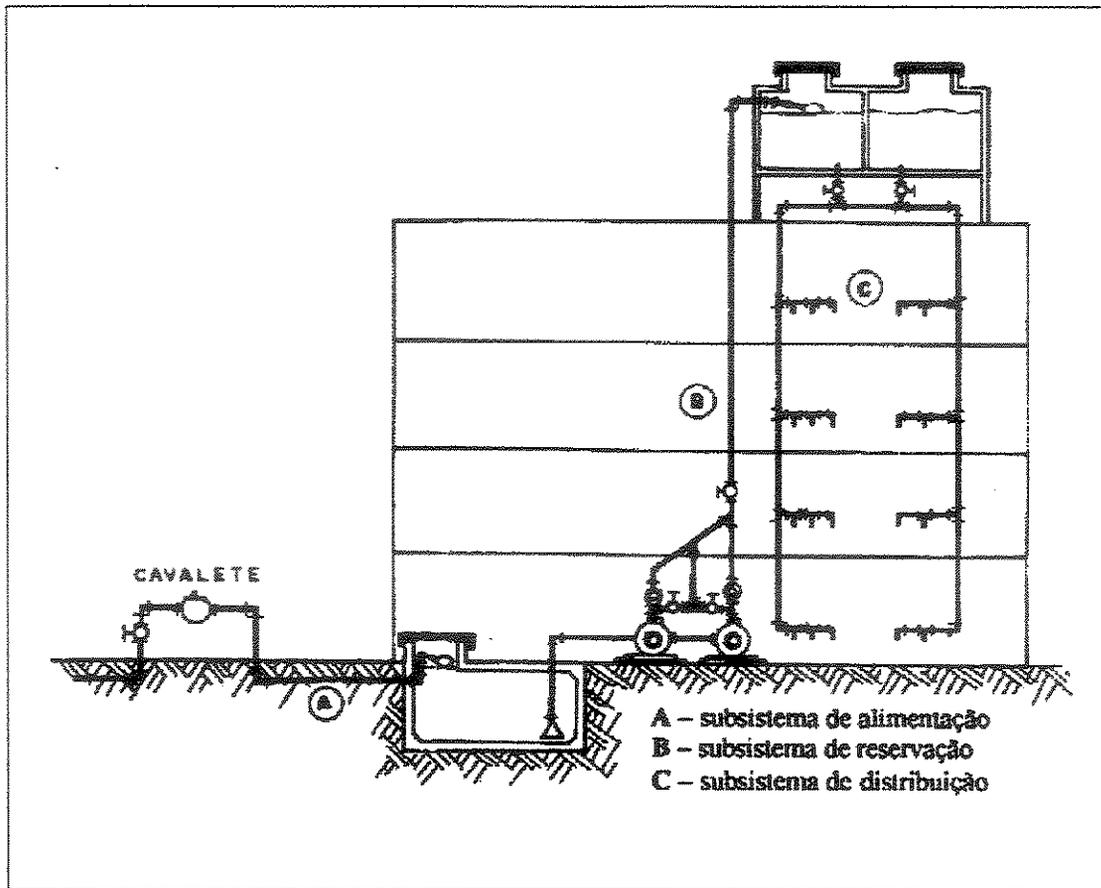


Figura 3.3: Sistema indireto com reservatórios inferior e superior  
 Fonte: OLIVEIRA (1999)

Independentemente do tipo de sistema a ser empregado, os principais componentes do Sistema Predial de Água Fria são:

- tubos e conexões;
- válvulas (de gaveta, de globo, de bóia, de descarga, entre outros);
- reservatórios;
- engates flexíveis;
- hidrômetros;
- bombas;
- suportes e acessórios.

Vale ser ressaltado que os componentes acima citados estão sujeitos à ocorrência de vazamentos, justificando a necessidade de sua apresentação. A detecção de vazamento e os tipos de ocorrências são apresentados no item 4.3 do Capítulo 4.

### 3.2 Perda, Desperdício e Vazamento

OLIVEIRA (1999) define **perda** como sendo a quantidade de água tratada que passa pelo sistema, mas que não é utilizada. As perdas podem ocorrer por diversos motivos, dentre eles vazamentos no sistema de água fria (tubos e conexões, reservatórios, etc.), desempenho inadequado do sistema, negligência do usuário (torneira não fechada completamente, por exemplo).

OLIVEIRA (1999) define **desperdício** como a água que está disponível para utilização, porém é perdida antes de ser utilizada para uma atividade fim.

Assim, desperdício abrange perda e uso excessivo, que é o uso não racional do insumo, o qual ocorre na fase de uso do sistema (banhos prolongados, por exemplo) ou, até mesmo, na fase de projeto dos sistemas prediais de água fria (superestimativa dos volumes e vazões a serem utilizados, por exemplo).

No que diz respeito aos **vazamentos**, a referida autora destaca dois tipos: os visíveis e os não-visíveis.

Os vazamentos visíveis ocorrem através do gotejamento de água, sendo rapidamente detectados pelos usuários. Os vazamentos não-visíveis, por sua vez, manifestam-se de forma indireta, através de manchas de umidade, som de escoamento de água quando nenhum ponto de utilização está aberto, sistema de recalque ligado continuamente, entrada de água constante nos reservatórios, entre outros.

### 3.3 Sistemas Públicos e Perdas

Um levantamento realizado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) na Região Metropolitana de São Paulo (SABESP, 1993 *apud* SILVA *et alii*, 1998), concluiu que, das perdas totais, cerca de 51% eram de origem física e, o restante, perdas não físicas.

Em outro estudo, resultados de levantamentos realizados em datas distintas, na Região Metropolitana de São Paulo, indicaram que 85% dos vazamentos ocorrem na ligação predial (cavaletes, registro e ramal); mais de 50% dos vazamentos ocorrem em tubos com pressões superiores a 460 KPa (46 mca); e que cerca de 40% dos vazamentos ocorrem nas tubulações com mais de 20 anos (ALONSO, 1986 *apud* GONÇALVES, 1995; BORGES, 1993 *apud* GONÇALVES, 1995).

A Figura 3.4 mostra os pontos mais freqüentes de vazamentos no sistema público.

Já no início da década de 70, foi desenvolvido por uma concessionária de águas inglesa um programa de redução de perdas, onde foi desenvolvida uma nova estratégia de controle de vazamentos, onde os mesmos eram monitorados, reduzindo a sua ocorrência. Em 1995, 24% da água tratada pela companhia era perdida. A meta era reduzir, até 2000, para 15% (SAVIC *et alii*, 1997).

Foi aplicada a tecnologia de sistemas de informação para o planejamento da manutenção, análise dos dados obtidos, desenvolvimento de rotinas de análise, e detecção e monitoramento de vazamentos. A economia efetuada pelo uso destes métodos variou de 5% a 50%.

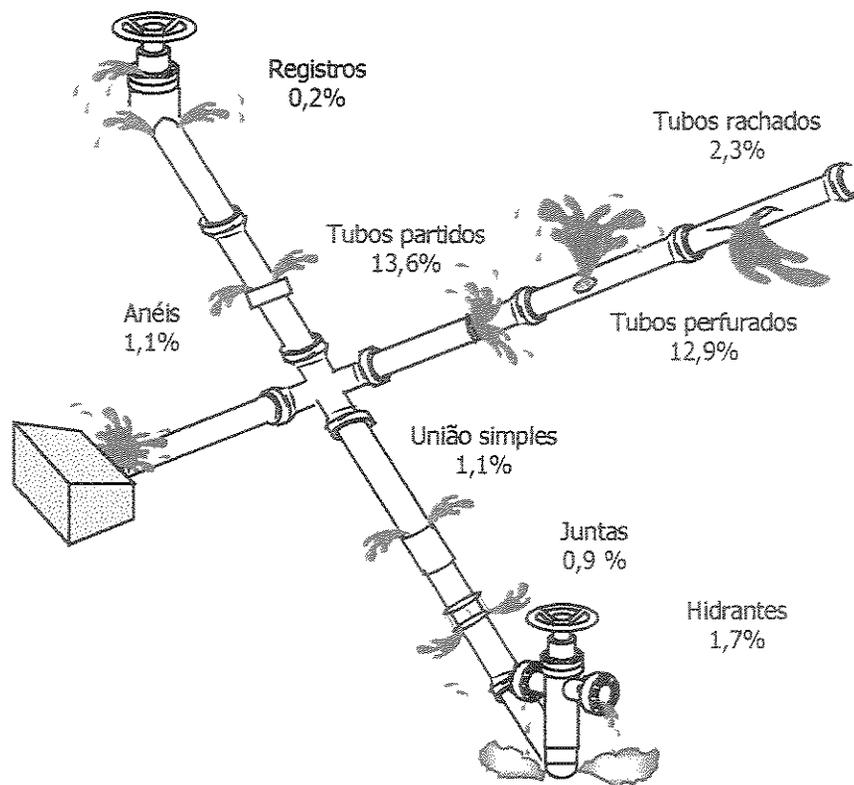


Figura 3.4: Pontos freqüentes de vazamentos em redes de distribuição (percentuais ilustrativos baseados em experiência da SANASA)  
Fonte: SILVA *et alii* (1998).

Também no Brasil, várias concessionárias de água implementaram programas de redução de perdas em seus respectivos municípios.

Alguns exemplos são citados a seguir, segundo CONEJO *et alii* (1999):

- SABESP: implementação, em 1984, do Programa de Controle e Desenvolvimento Operacional na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), com o objetivo de eliminar perdas e desperdícios para otimizar a operação dos sistemas existentes; do Programa de Redução de Águas Não Faturadas, em 1991; do Programa de Redução de Perdas no sistema de abastecimento de água da RMSP, em 1995; e do Programa de Uso Racional da Água (PURA) nos sistemas prediais e elaboração do Programa Metropolitano de Água, em 1998;
- Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR): implementação do Planejamento Estratégico de Combate a Perdas na Região Metropolitana de Curitiba, por meio de

monitoramento contínuo, onde foi detectado que, no percentual de perdas existentes, 70% são físicas;

- Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. do município de Campinas-SP (SANASA): implementação do programa de controle de perdas, que, entre 1993 e 1996 reduziu as perdas totais de 45% para 35%;
- Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN): implementação, em 1994, do Programa de Redução de Águas Não Faturadas, com a meta de reduzir em 24% os índices de perdas ao final de 5 anos, abrangendo redução de perdas físicas e não físicas, detecção de vazamentos e pesquisa de extravasamento dos reservatórios, além de pesquisa do consumo dos edifícios próprios da CESAN;
- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN): implementação do Programa de Desenvolvimento e Controle Operacional do Sistema de Abastecimento de Água da Região de Florianópolis, com o objetivo de reduzir o índice de perdas totais de água, incluindo detecção e conserto dos vazamentos visíveis e não visíveis e acompanhamento e análise do consumo dos maiores consumidores, sendo que os resultados indicaram que 77% dos vazamentos identificados eram nos ramais prediais, 60% dos vazamentos eram visíveis e 40% não visíveis;
- Companhia de Saneamento do Estado do Mato Grosso do Sul (SANESUL): implementação, em 1995, do Projeto de Planejamento e Controle da Qualidade da Operação de Sistemas de Abastecimento de Água, em Naviraí, sendo que ao seu término, em 1997, foi verificada uma redução de quase 4% de perdas de água;
- Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA): implementação de medição individualizada nos edifícios, visando redução de perdas não físicas;
- Companhia de Águas e Esgotos de Brasília (CAESB): desenvolvimento do Programa Específico de Redução de Perdas Não Físicas, que resultou em 2,8% de redução de perdas no volume produzido.

Na CAESB, além dos programas de redução de perdas, com ampliação das ligações hidrometradas e busca sistemática de perdas físicas na rede, vem sendo desenvolvido um Programa de Educação Sanitária e Ambiental (PENSA), o qual possui vários projetos e ações para sensibilizar e incentivar o uso racional e a preservação da água, tais como eliminar

vazamentos e desperdício nas escolas públicas do Distrito Federal, incentivos à manutenção preventiva e corretiva nas residências, entre outras (CAESB, 2000).

Na SABESP, foram lançados vários projetos, dentre os quais está em constante desenvolvimento o Programa de Uso Racional da Água (PURA), que vem realizando consertos de vazamentos, troca de equipamentos convencionais por economizadores e campanhas educativas em diferentes tipologias de edifícios, tais como cozinhas industriais, entrepostos e armazéns, escolas, escritórios comerciais, hospitais e universidades, obtendo resultados significativos (SABESP, 2000).

Os programas acima citados são de significativa importância, pois promovem a redução do consumo de água, aliando detecção e conserto dos vazamentos, e controle de perdas. Desse modo, viabilizam o atendimento a um número maior de consumidores, sem, no entanto aumentarem a oferta, com a busca de novas fontes de abastecimento.

### **3.4 Sistemas Hidráulicos Prediais e as Perdas**

#### **3.4.1 Patologias dos Sistemas Hidráulicos Prediais**

OLIVEIRA (1999) afirma que a incidência de vazamentos nos SPAF<sup>1</sup> é alta. Considerando-se o sistema indireto, os pontos principais de vazamentos são os reservatórios, torneiras, bacias sanitárias, chuveiros, válvulas de gaveta ou de pressão e nos alimentadores prediais. Neste último caso, as perdas são usualmente grandes, pois as pressões na rede são maiores.

Para identificação das causas das patologias, ILHA (1993) propõe a utilização do Diagrama de Ishikawa (ou de causa e efeito), cujo exemplo, para a identificação das falhas que

---

<sup>1</sup> Sistema Predial de Água Fria

podem ser responsáveis pelo desempenho inadequado do Sistema Hidráulico Predial, é apresentado na Figura 3.5.

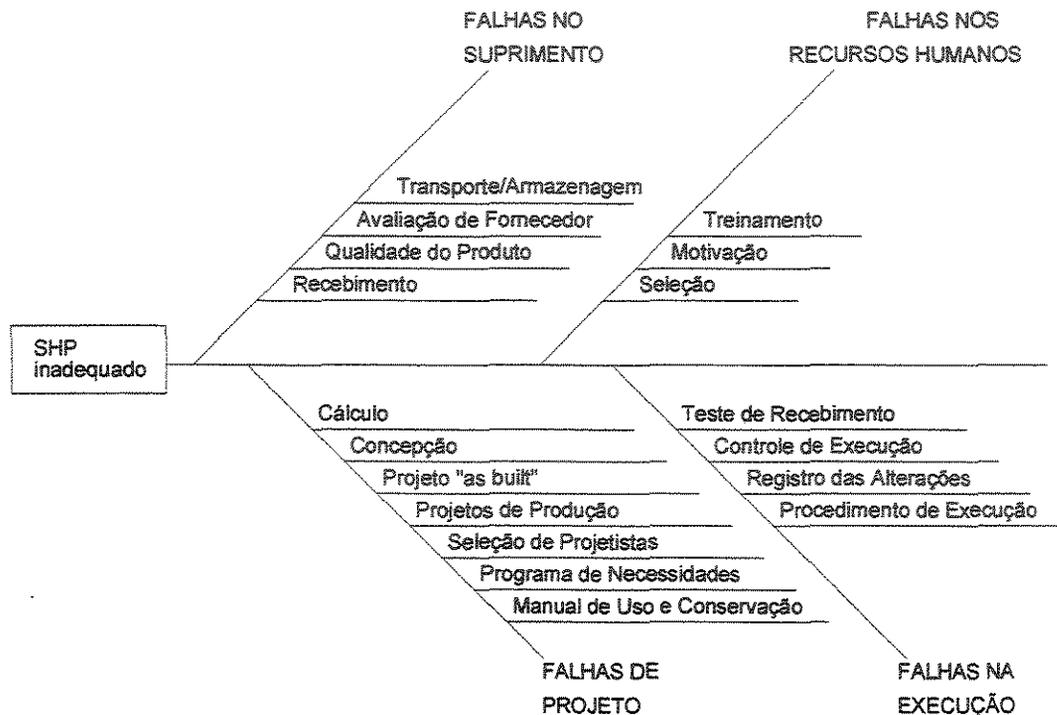


Figura 3.5: Diagrama Ishikawa aplicado ao processo de geração do SHP<sup>2</sup>.  
Fonte: ILHA (1993).

BELINAZO (1999) apresenta um exemplo prático da aplicação deste diagrama, onde, como consequência, podem ocorrer perdas de água no sistema: se, ao receber o material dos sistemas hidráulicos prediais, o funcionário não faz o armazenamento corretamente, é caracterizada uma falha nos suprimentos, o que pode reduzir a vida útil dos mesmos. Também podem ser caracterizadas falhas nos recursos humanos, onde o funcionário desconhece a maneira correta de se fazer o armazenamento.

Além disso, a perda de água pode ser devido a falhas no projeto, se as vazões e os volumes forem superestimados. Também podem ocorrer falhas de execução, ocasionando as perdas. Neste caso, mais uma vez, podem ser caracterizadas, também, falhas nos recursos humanos.

<sup>2</sup> SHP- Sistema Hidráulico Predial

Um estudo, desenvolvido pelo *Building Research Establishment* (BRE), na Inglaterra, analisou as ocorrências mais freqüentes em 510 casos patológicos e foi verificado que mais de 90% deles são atribuídos a problemas de projeto ou execução. A principal causa das falhas de projeto é a não observância de normas, especificações de produto e de técnicas amplamente conhecidas. A segunda causa é a inexistência de detalhes construtivos suficientemente claros (FREEMAN *apud* LOPES, 1993b).

BELINAZO (1999), a partir de um levantamento realizado em edifícios residenciais localizados na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, afirma que a incidência das falhas é decorrente da falta de consistência dos projetos, mão-de-obra não especializada, materiais e aparelhos especificados inadequadamente, utilização incorreta por parte dos usuários, falta de manutenção preventiva, entre outros.

AMORIM *et alii* (1993) analisaram as manifestações patológicas em 29 edifícios na cidade de São Carlos. Os resultados indicaram que as patologias estavam assim distribuídas: 53% no Sistema Predial de Água Fria (SPAF), 30% no Sistema Predial de Esgoto Sanitário (SPES), 10% no Sistema Predial de Águas Pluviais (SPAP) e 7% no Sistema Predial de Água Quente (SPAQ).

No SPAF, os autores destacam como maior incidência, a ruptura de flexíveis. Outros problemas detectados, de acordo com a relação de falhas apresentada pelo autor, são vazamentos em válvulas, bombas e tubos. Cerca de 75% dos problemas ocorridos se encontravam na forma de vazamentos. Neste mesmo trabalho, foi ressaltado que as construtoras analisadas não se preocupavam com a fase de operação e manutenção dos SHP.

BERNARDES *et alii* (1998) apresentam uma correlação das incidências de vazamentos com suas prováveis causas, a partir de um levantamento realizado em 8 construtoras, indicando que o maior índice de patologias está concentrado nos SHP, com uma média de 39% dos defeitos encontrados. A alta incidência de patologias nos SHP foi traduzida, principalmente, em vazamentos em ramais, flexíveis e sifões.

### 3.4.2 Patologias do Sistema Predial de Água Fria e as Perdas

STEPHENS; JOHNSTON (1993) afirmam que o consumo de água doméstica está assim distribuído, considerando-se residências americanas: 40% nas bacias sanitárias, 30% nos chuveiros, 15% nas máquinas de lavar louças e lavar roupas, 10% para o consumo humano e os 5% restantes concentram-se em vazamentos de bacias sanitárias e torneiras.

Segundo WATERWISER (2002), o consumo de água nas residências americanas está assim distribuído: 27,7% nas bacias sanitárias, 20,9% nas máquinas de lavar louças, 17,3% nos chuveiros, 15,3% nas torneiras, 1,6% nas banheiras, 1,3% nas máquinas de lavar roupas e 2,1% em outros consumos domésticos, sendo que 13,8% correspondem a vazamentos de bacias sanitárias e torneiras.

OLIVEIRA; CARDOSO (2002) realizaram um estudo em cinco edifícios residenciais na cidade de Goiânia, Goiás, com o objetivo de determinar os índices de perdas de água nesta tipologia de edifícios. Foi verificado que o índice de vazamentos visíveis (em torneiras de lavatório, chuveiros, bidês e duchas higiênicas) foi de cerca de 0,5%, sendo que a maior incidência foi em torneiras de lavatório; já nas bacias sanitárias com válvula e com caixa acoplada (vazamentos não visíveis), o índice foi de cerca de 24,5%, onde as com caixa acoplada apresentaram maior incidência de vazamentos. A autora conclui que as maiores perdas de água nesta tipologia estão nos aparelhos sanitários, principalmente nas bacias sanitárias.

Também GRISHAM; FLEMING (1989) *apud* OLIVEIRA (1999) comentam que os vazamentos provêm, geralmente, de torneiras e bacias sanitárias. Estes autores citam que em um vazamento de bacia sanitária pode se perder até 45 litros/hora, ou seja, 1080 litros/dia.

Conforme citado anteriormente, BELINAZO (1999) realizou um levantamento das falhas de edifícios localizados em Santa Maria, Rio Grande do Sul, por meio de aplicação de questionários, com o objetivo de diagnosticar a situação dos SHP. Os resultados obtidos neste levantamento foram os seguintes:

- 53% das torneiras da área de serviço apresentavam gotejamento após o fechamento e cerca de 40% vazavam na parte superior, durante a operação;
- 56% das torneiras de cozinha apresentavam gotejamento após o fechamento e 49% vazavam na parte superior, durante a operação;
- cerca de 54% das torneiras dos lavatórios apresentavam gotejamento após o fechamento e 27% vazavam na parte superior, durante a operação;
- aproximadamente 56% dos chuveiros gotejavam após o fechamento do registro;
- 24% das bacias sanitárias com válvulas de descarga apresentavam vazamento interno;
- cerca de 38% das bacias sanitárias com caixa acoplada apresentavam vazamentos internos.

A autora conclui que estes problemas poderiam ser evitados com uma manutenção periódica dos sistemas hidráulicos prediais.

ILHA *et alii* (2000) realizaram um estudo em uma amostra de edifícios no *campus* da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) onde foi verificado que o índice de vazamentos variou de 14% a 38%. A bacia sanitária foi o aparelho que mais apresentou vazamentos (cerca de 63% das bacias sanitárias com caixa acoplada e 37% das bacias sanitárias com válvula de descarga) e os mictórios apresentaram um grande índice de desperdício (aproximadamente 21% do total de aparelhos existentes permaneciam com o registro aberto e/ou apresentavam vazamentos em seus componentes). As autoras concluem que a manutenção preventiva é necessária para manter os índices de economia de água obtidos no estudo.

Em um levantamento realizado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP, 1996) é apresentada uma estimativa das perdas por vazamentos em torneiras, de acordo com o tipo de gotejamento (ver Tabela 3.1).

Tabela 3.1: Tipos de gotejamento em torneiras.

Gotejamento	Frequência (gotas/min)
lento	até 40 gotas/min
médio	$40 < n^{\circ} \text{ gotas/min} < 80$
rápido	$80 < n^{\circ} \text{ gotas/min} < 120$
muito rápido	impossível de contar

Fonte: adaptado de EPUSP (1996).

Os resultados obtidos nessa pesquisa são apresentados na seqüência:

- vazamento em torneira de lavatório:
  - gotejamento muito rápido: 42 litros/dia;
  - filete de  $\varnothing \cong 2\text{mm}$ : 150 litros/dia;
  - filete de  $\varnothing \cong 4\text{mm}$ : 342 litros/dia.
  
- vazamento em torneira de pia:
  - gotejamento muito rápido: 46 litros/dia;
  - filete de  $\varnothing \cong 2\text{mm}$ : 116 litros/dia;
  - filete de  $\varnothing \cong 4\text{mm}$ : 355 litros/dia.
  
- vazamento em torneira de tanque:
  - gotejamento muito rápido: 46 litros/dia;
  - filete de  $\varnothing \cong 2\text{mm}$ : 164 litros/dia;
  - filete irregular: 553 litros/dia.
  
- vazamento em torneira de jardim:
  - gotejamento muito rápido: 44 litros/dia;
  - filete de  $\varnothing \cong 2\text{mm}$ : 121 litros/dia;
  - filete de  $\varnothing \cong 4\text{mm}$ : 416 litros/dia.

Diante desses dados verifica-se a importância da manutenção como forma de evitar desperdícios de água, tendo em vista os grandes volumes que podem ser perdidos com um simples gotejamento de uma torneira, por exemplo.

### 3.5 Programas de Conservação de Água

No início da década de 1980, após um longo período de seca nos Estados Unidos, foi feito um estudo com o objetivo de caracterizar o consumo de água no setor doméstico. Foi realizado um convênio entre a universidade, o governo e os fabricantes de aparelhos sanitários visando reduzir em 25% o consumo de água residencial (ASPERF, 1992).

Após a verificação do alto consumo das bacias sanitárias, os fabricantes lançaram modelos de bacias de 6 litros. Na seqüência, especificamente as cidades de Boston e New York adotaram medidas no sentido de reduzir o consumo de água (KONEN, 1999).

Além disso, desde 1992 está em vigor nos Estados Unidos o “Energy Policy Act-EPA”, que estipula vazões e volumes máximos de água a serem adotados em diferentes aparelhos sanitários (VICKERS, 1993 *apud* OLIVEIRA, 1999). Outro exemplo de medidas adotadas no sentido de otimizar o uso da água nesse país é o desenvolvimento de programas de incentivo de troca de componentes convencionais por economizadores.

Na década de 1970, na Grã-Bretanha, um período de seca desencadeou um programa de pesquisa, no *Building Research Establishment* (BRE), o qual estabeleceu recomendações para o uso de bacias sanitárias e mictórios, no sentido de diminuir o consumo de água (GRIGGS, 1994).

Ainda na Grã-Bretanha, em 1989 foi implantada uma lei federal, a *Water Byelaws*, visando evitar o desperdício e a perda de água, abrangendo várias ações, dentre as quais, a

proposição do uso de bacias sanitárias de 6 litros. Também em 1996 foi criado um comitê (Water Regulations Advisory Committee - WRAC) o qual atua na verificação do desenvolvimento de novas tecnologias decorrentes da lei federal (SWAFFIELD, 1998).

Neste contexto, foram idealizados, em diversos países, os Programas de Conservação de Água, com o objetivo de reduzir o consumo de água. Foram desenvolvidas diversas metodologias; algumas contemplam ações tecnológicas eficientes e não dependem da disposição do usuário em alterar seus procedimentos com relação ao uso da água, outras, contemplam somente a educação e conscientização do usuário, provocando uma alteração em seus procedimentos. Essas ações também podem estar associadas, fazendo com que as tecnologias e a mudança nos procedimentos dos usuários ajam em conjunto.

NUNES (2000) apresenta um resumo de programas de conservação de água desenvolvidos em edifícios, citados por OLIVEIRA (1999), o qual é reproduzido a seguir (Tabela 3.2).

Tabela 3.2: Estudos relacionados com a implantação de Programas de Conservação de Água.

Referência	Tipologia, Local	Descrição/Medidas Implantadas	Resultado
ANDERSON; SIEGRIST (1989)	Conjunto residencial – Phoenix, Arizona (EUA)	- avaliar a economia de água obtida com bacia sanitária de volume reduzido (VDR); - analisar o transporte dos sólidos, bem como a composição do esgoto sanitário e a aceitação dos novos componentes pelos usuários.	- 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.
AHER <i>et al</i> (1991)	Edifício unifamiliar – Oakland, California (EUA)	- monitoramento do consumo de água do sistema com aparelhos existentes (25 dias); - substituição dos chuveiros existentes (vazão de 0,15 l/s) por chuveiros de vazão reduzida (0,13 l/s) e monitoramento por 10 dias; - avaliação pelos usuários.	- <b>Impacto de redução do consumo:</b> - Bacias sanitárias: 20 litros/pessoa/dia apesar do acréscimo de 16% do número de descargas; - Chuveiros: 6,4 litros/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 aos dos tradicionais.
BAKER <i>et al</i> (1992)	Residências, Harris County, Texas (EUA)	- substituir equipamentos convencionais por economizadores; - distribuir <i>kits</i> com chuveiros com restritor de vazão, arejadores para torneiras de lavatório e pia e folhetos explicativos.	- <b>Impacto de redução de consumo:</b> - 18% em 600 residências.

Tabela 3.2: Estudos relacionados com a implantação de Programas de Conservação de Água (cont.).

Referência	Tipologia, Local	Descrição/Medidas Implantadas	Resultado
CHOUTHAI (1992)	Aeroporto – Denver, Colorado (EUA)	- verificar desempenho em bacias VDR (6 litros); - analisar a capacidade de transporte de sólidos e frequência de obstrução	- 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 (1994)	Hospital – Dorchester, Massachusetts (EUA)	- 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)	- Impacto de redução do consumo: - 333 litros/dia
MWRA (1996)	Hospital Boston – Massachusetts (EUA)	- aumento na tarifa em 22%; - reaproveitamento da água do sistema de ar comprimido; - substituição das 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.	- Impacto de redução do consumo: - 29% do consumo médio anual.

Tabela 3.2: Estudos relacionados com a implantação de Programas de Conservação de Água (cont.).

Referência	Tipologia, Local	Descrição/Medidas Implantadas	Resultado
REGIONAL MUNICIPALITY OF WATERLOO (1996)	Residências – Waterloo (Canada)	- substituir 2760 bacias sanitárias convencionais (20 a 25 litros) por bacias VDR (6 litros) em 2000 residências; - desenvolver programa que incentivasse a maior participação dos encanadores e revendedores locais.	- Impacto de redução de consumo: - 20% em edifícios unifamiliares e 40% em edifícios multifamiliares; - economia de 33% nos custos de implementação com relação à programas anteriores.
WESTAT (1997)	Edifícios multi-familiares – Nova York (EUA)	- substituir bacias convencionais (18,9 litros) por bacias economizadoras (6 litros); - avaliar o grau de satisfação do usuário e o desempenho das bacias.	- Impacto de redução de consumo: - 29% (261 litros/unidade/dia); - o consumo médio diário passou de 318 litros/pessoa/dia para aproximadamente 231 litro/pessoa/dia.

Fonte: NUNES (2000).

Segundo AYRES ASSOCIATES (1993), na cidade de Tampa, Estados Unidos, foi realizado um estudo em duas tipologias de edifícios (escola e condomínio residencial), contemplando a detecção de vazamentos e a troca de aparelhos sanitários convencionais por economizadores.

Na escola, após a eliminação dos vazamentos, observou-se uma redução no consumo de 29%; e após a troca dos aparelhos, a redução total foi de aproximadamente 33%. No condomínio residencial, após a substituição dos aparelhos, verificou-se uma redução total de 28% no consumo de água.

Entre 1994 e 1998, na cidade de *Virginia Beach*, Estados Unidos, foi realizado um programa de redução do consumo de água em vários condomínios residenciais, contemplando

treinamento para os usuários de como detectar vazamentos e diminuir o consumo em torneiras e chuveiros. A redução total no consumo de água foi de aproximadamente 21% (MONTAGUE; CHAPMAN, 1999).

Em um estudo realizado em uma pequena comunidade de Ontário, Canadá, foram implementadas as seguintes ações no sistema de água: instalação de medidores com leitura remota, torneiras com aeradores, instalação de chuveiros com vazão fixa, entre outros. A redução total do consumo foi de 44% (SHARRATT, 1999).

WHITE, (1999), desenvolveu dois grandes programas na Austrália, contemplando mecanismos de implementação como educação, auditorias, tarifação, empréstimos, incentivos financeiros e outros.

Um dos programas, implantado em 1995, incluiu as seguintes atividades, entre outras medidas, que resultaram em uma redução do consumo de 16%:

- instalação de bacias sanitárias com 6 e 3 litros de descarga;
- instalação de chuveiros eficientes (9 litros/minuto);
- instalação de restritores de vazão e aeradores nas torneiras;
- reparos nos vazamentos das torneiras.

Concomitante a esses dois programas, a agência australiana *Sydney Water Corporation* está desenvolvendo um estudo, o qual ainda está em fase de implantação, e tem como objetivo de reduzir a faixa de consumo diário de água de 422 litros para 328 litros até 2011.

Algumas medidas que vêm sendo adotadas são, entre outras:

- programa de instalação de chuveiro eficiente;
- avaliação do uso da água no setor residencial;
- avaliação do uso da água na comunidade;
- controle de vazamentos;

- instalação de torneiras com temporizador.

LEBLANC; HUBER (1999) conduziram um estudo na região da grande *Vancouver*, Canadá, onde existem mais de 300 hotéis. Nos 26 hotéis onde o estudo foi desenvolvido (8,7% do total) o consumo de água variava de 370 até 1500 L/suíte/dia.

Cerca de 50% dos hotéis estudados instalaram aeradores ou reguladores de vazão nas torneiras; mais de 80% instalaram reguladores de vazão nos chuveiros; aproximadamente 30% reduziram o volume de descarga das bacias sanitárias e mais de 90% realizaram consertos dos vazamentos dos aparelhos e dos sistemas prediais.

Estes autores analisaram, então, a distribuição do consumo de água nas diferentes atividades, concluindo que:

- 35% do consumo total era utilizado nos banheiros;
- 10% na lavanderia;
- 11% na cozinha;
- 1% na irrigação; e,
- 43% eram devido aos sistemas de refrigeração, piscinas e vazamentos.

A estimativa foi de que os hotéis participantes reduziram em 15% o consumo anual, com a implantação das ações recomendadas. O período de retorno do investimento foi inferior a 3 anos.

No Brasil, destacam-se, entre outros, os trabalhos apresentados por OLIVEIRA (1999), NUNES *et alii* (1999), NUNES (2000), PURA-USP (2002) e OLIVEIRA (2001).

Em 1995, na cidade de São Paulo, foi criado o Programa de Uso Racional da Água (PURA), através de um convênio entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Em 1997, como parte integrante de um dos seis macro programas do PURA, foi implantado o PURA-USP, desenvolvido nas unidades localizadas na cidade universitária Armando Sales de Oliveira, da Universidade de São Paulo (USP), o qual contempla as seguintes atividades/etapas (PURA-USP, 2002):

- Etapa 1 - Diagnóstico geral e plano de intervenção: levantamento de características da unidade, como tipologia de uso, número de pontos de consumo de água e sua disposição;
- Etapa 2 – Redução de perdas físicas: cadastro da rede externa, pesquisa e reparo de vazamentos em redes externas e internas e em reservatórios, inclusive com testes especiais (haste de escuta, correlacionador de ruídos, etc.);
- Etapa 3 – Redução de consumo nos equipamentos sanitários: pesquisa e reparo de vazamentos em pontos de consumo, substituição de equipamentos convencionais por economizadores (bacias sanitárias, lavatórios, etc.);
- Etapa 4 – Caracterização de hábitos e racionalização das atividades que consomem água: adoção de procedimentos eficientes em cozinhas, em limpeza e em laboratórios;
- Etapa 5 – Campanhas educativas e treinamentos: as campanhas se dão pelos diversos meios de comunicação (cartazes, palestras, reportagens e outros) e os treinamentos, os quais são direcionados para as equipes de manutenção do *campus*, visando orientá-los na manutenção dos equipamentos instalados.

Além dessa divisão em etapas, o programa foi dividido em duas fases: na Fase 1 foram contempladas 7 unidades do campus e na Fase 2, 21 unidades. Durante a Fase 1 foram instalados 50 hidrômetros, onde, com a aplicação das cinco etapas descritas acima, a redução do consumo de água foi de 39%. Na Fase 2, com mais 150 hidrômetros instalados, a redução do consumo foi de 20%.

Os resultados totais contemplando as Fases 1 e 2, indicam uma redução de 36% no consumo de água em comparação entre os consumos de agosto-dezembro/98 e julho-dezembro/01.

TESIS (1998) *apud* OLIVEIRA (1999) realizou um estudo em uma cozinha industrial na cidade de São Paulo, onde obteve 12,4% de redução no consumo de água após conserto dos vazamentos, e 12,2% de redução com a substituição de aparelhos convencionais por economizadores.

NUNES *et alii* (1999) realizaram um estudo piloto em um edifício localizado na Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O estudo contemplou, além do conserto dos vazamentos existentes nos aparelhos sanitários e nas torneiras de bóia, a substituição das torneiras de lavatório e de mictório convencionais pelas economizadoras. Foi obtida uma redução de 74% no consumo de água somente com o conserto dos vazamentos e regulagem da torneira de bóia do reservatório.

Os autores relatam que a torneira de bóia apresentava um defeito e que o extravasor do reservatório estava conectado diretamente ao sistema de águas pluviais. Desse modo, como não existe uma rotina de manutenção preventiva, o vazamento somente seria detectado durante a atividade de limpeza do reservatório, efetuada normalmente a cada seis meses, sendo grande o volume de água perdido.

OLIVEIRA (1999) apresenta uma metodologia para a implantação de programas de uso racional de água (PURA) contemplando as seguintes ações:

- **auditoria do consumo de água:** levantamento do sistema hidráulico e necessidades dos usuários ao sistema;
- **diagnóstico:** organização das informações obtidas na auditoria, a qual identifica as condições de operação e os problemas do sistema;
- **plano de intervenção:** conjunto de ações, definidas em função do diagnóstico. Tem o objetivo de reduzir usos e desperdícios de água no sistema predial, sem diminuir o nível de conforto e de higiene;
- **avaliação do impacto de redução do consumo:** verificação do efeito de cada uma das ações implementadas no sistema, através de monitoração diária, semanal ou

mensal, cujo valor é confrontado com o volume médio medido no período anterior à implementação do programa.

Essa metodologia foi aplicada em duas tipologias de edifícios: um hospital e uma escola pública. No hospital, somente com o conserto de vazamentos, a redução no consumo médio mensal de água foi de 28,4%; com a substituição dos componentes convencionais pelos economizadores, foi verificada uma redução de 15,3%. Na escola, com o conserto dos vazamentos, a redução no consumo médio mensal de água foi de 94% e, com a substituição das torneiras, obteve-se 8,9% de redução.

OLIVEIRA (1999) também relaciona vários trabalhos, desenvolvidos tanto no Brasil como no exterior, que apontam para grandes reduções do consumo, com a substituição de equipamentos e conserto de vazamentos, variando de 18% a 77%.

NUNES (2000) apresenta um estudo desenvolvido em uma amostra de dezenove edifícios localizados na UNICAMP, dentro do Programa de Conservação de Água – PRO-ÁGUA, lançado em 1999. O estudo contemplou:

- levantamento dos pontos de consumo de água;
- implantação da micromedição e avaliação do consumo de água;
- detecção e conserto de vazamentos;
- substituição de torneiras convencionais por economizadoras;
- aplicação de questionário para avaliação das torneiras economizadoras.

O índice de vazamentos (razão entre o número de pontos com vazamento e o número total de pontos de consumo de água) variou de 14 a 38%. A autora calculou o “*payback* simplificado” para 5 dos 19 edifícios estudados, o qual resultou igual a 6 dias.

OLIVEIRA (2001) realizou um levantamento dos vazamentos nos pontos de consumo de água em cinco edifícios residenciais localizados em Goiânia, Goiás. Após obter o consumo histórico das edificações, foram estimados os volumes de água perdidos nos vazamentos

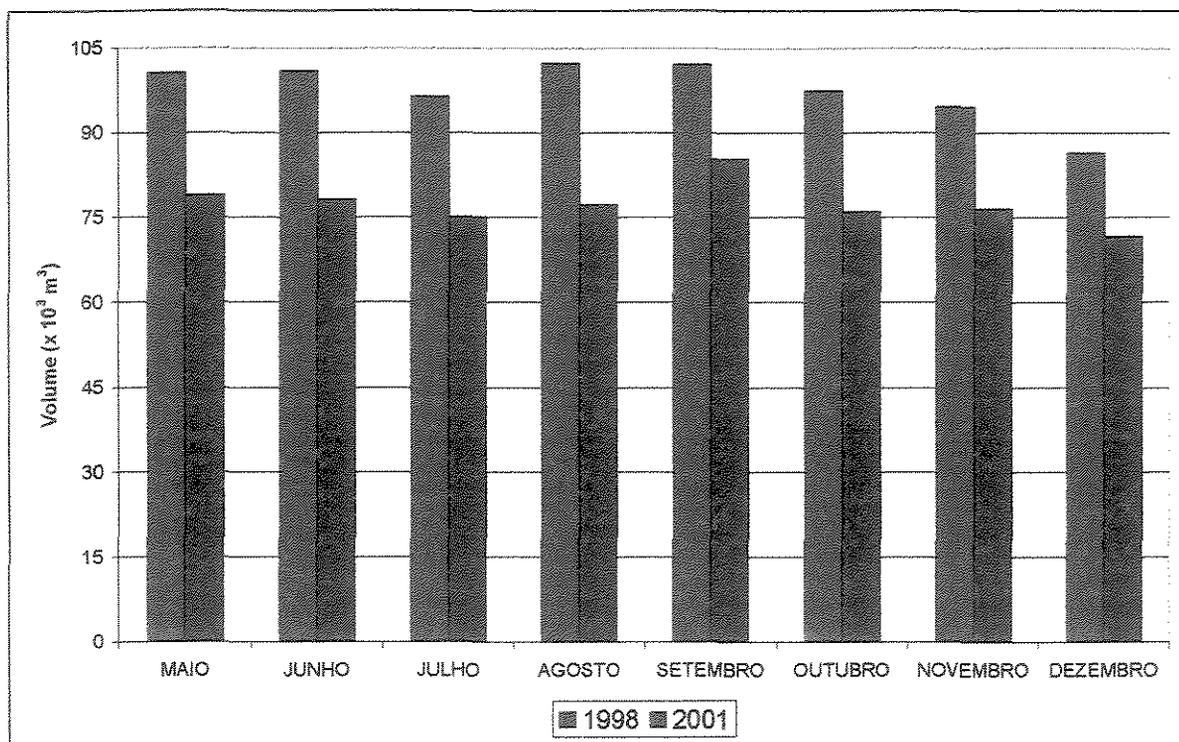
existentes. Foi então realizada uma estimativa dos volumes de água consumidos após o conserto dos vazamentos detectados, que indicou uma redução de aproximadamente 25%.

A autora ressalta que as bacias sanitárias com caixa acoplada apresentaram mais vazamentos que as com válvula de descarga. Foi observado que a comporta de fechamento das caixas acopladas apresentaram os maiores defeitos neste tipo de bacia.

No PRO-ÁGUA/UNICAMP foram contemplados, entre outras atividades, detecção e conserto dos vazamentos e instalação de equipamentos economizadores de água em lavatórios (torneiras hidromecânicas com regulador de vazão) e em mictórios (válvulas hidromecânicas). Desde a sua implementação, em maio de 1999, foram obtidas grandes reduções no consumo total do *campus* bem como no consumo parcial, por grupo de edifícios. Deve ser ressaltado que as atividades ainda não abrangeram todos os edifícios (PRO-ÁGUA, 2002a).

Na Figura 3.6 é apresentada a redução do consumo total da UNICAMP, a qual pode ser constatada por meio de análise das contas emitidas pela Concessionária local (Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A. do município de Campinas-SP – SANASA) e do volume de água proveniente de 5 poços artesianos existentes no *campus*.

Vale ressaltar que a população fixa no período de 1998 a 2000 foi reduzida em cerca de 4,1% (número de alunos) e cerca de 7,8% (número de funcionários).



NOTA: ocorreu o rompimento de uma tubulação de rede urbana em setembro de 2001.

Figura 3.6: Consumo de água da UNICAMP antes e após a implementação do PRO-ÁGUA.

Fonte: PRO-ÁGUA (2002a).

Da análise da Figura 3.6, verifica-se que a redução do consumo mensal de água entre os anos de 1998 e 2000 variou de 12% a 33% desde o início do PRO-ÁGUA, sendo o valor médio aproximadamente 23%. Entre os anos de 1998 e 2001, a redução do consumo de água variou de 16% a 24% sendo a média em torno de 21%.

Segundo PRO-ÁGUA (2002b) as atividades ainda estão em andamento, devendo então ser verificadas economias adicionais.

Conforme ressaltado em PEDROSO; ILHA (2001), para a estabilização da redução do consumo obtida no *campus* da UNICAMP torna-se imprescindível a implementação de um sistema de manutenção adequado, onde seja verificado periodicamente o estado geral dos pontos de consumo de água.

## 3.6 Conceituação Geral da Manutenção

### 3.6.1 Conceitos Iniciais

A norma brasileira sobre manutenção de edifícios, NBR 5674 (ABNT, 1999), apresenta as seguintes definições:

- **Desempenho** - capacidade de atendimento das necessidades dos usuários da edificação;
- **Manutenção** - conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários;
- **Sistema de manutenção** - conjunto de procedimentos organizados para gerenciar os serviços de manutenção;
- **Serviço de manutenção** - intervenção realizada sobre a edificação.

O conceito de desempenho associado à manutenção também é contemplado na normalização estrangeira.

A norma inglesa BS 3811<sup>4</sup> *apud* LOPES (1993b) define manutenção como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, cujo objetivo é manter ou restaurar um componente a um estado em que este desempenhe a função para a qual foi planejado, podendo esta função ser uma determinada condição de desempenho.

Na normalização australiana, manutenção é definida como um processo de reabilitar um equipamento para seu desempenho normal (FLETCHER *et alii*, 1995).

---

<sup>4</sup> BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **British Standard Glossary of Maintenance Management Terms in Technology**: BS 3811. London, 1984. 21p.

PEREZ *apud* CREMONINI (1988) define como manutenção as atividades realizadas nos equipamentos, componentes e instalações de uma edificação, para que a mesma continue cumprindo as funções a que fora destinada. As atividades de manutenção podem ser de substituição de componentes e correção de falhas ou de recuperação da edificação.

O conceito mais recente de manutenção considera que a mesma deve preservar as características funcionais, e não apenas as características físicas, como antigamente era aceito (MOUBRAY, 2000).

CARRUTHERS *apud* CREMONINI (1988) define durabilidade como desempenho no tempo, onde uma edificação e seus componentes têm a capacidade de manterem seus desempenhos iniciais em níveis mínimos aceitáveis.

Quando esse limite mínimo é ultrapassado ou quando um componente perde a capacidade de desempenhar a função para ele projetada, tem-se a ocorrência de uma patologia. Assim, alguns componentes, ou o edifício como um todo, passa a ter um desempenho insatisfatório, devendo-se, então, analisar os defeitos/falhas através de seus sintomas, origens, causas e formas de ocorrência (CREMONINI, 1988).

Segundo LICHTENSTEIN (1985), os problemas patológicos têm origem na fase de utilização do edifício, e podem ser classificados em:

- uso inadequado do aparelho ou sistema, e
- manutenção deficiente ou inexistente.

D'HAVE *apud* LICHTENSTEIN (1985) apresenta a curva de deterioração de um edifício, onde o desempenho dos seus componentes tem uma queda natural ao longo do tempo, a qual está apresentada na Figura 3.7. Nesta Figura, pode ser observado que existem duas situações: uma na qual o desempenho decai rapidamente e, ao final do período de tempo "t<sub>1</sub>", o edifício não apresenta um desempenho satisfatório; e outra situação onde a deterioração do

edifício é mais lenta e, somente ao final do período de tempo “ $t_2$ ” (maior do que “ $t_1$ ”), o limite mínimo do desempenho é atingido.

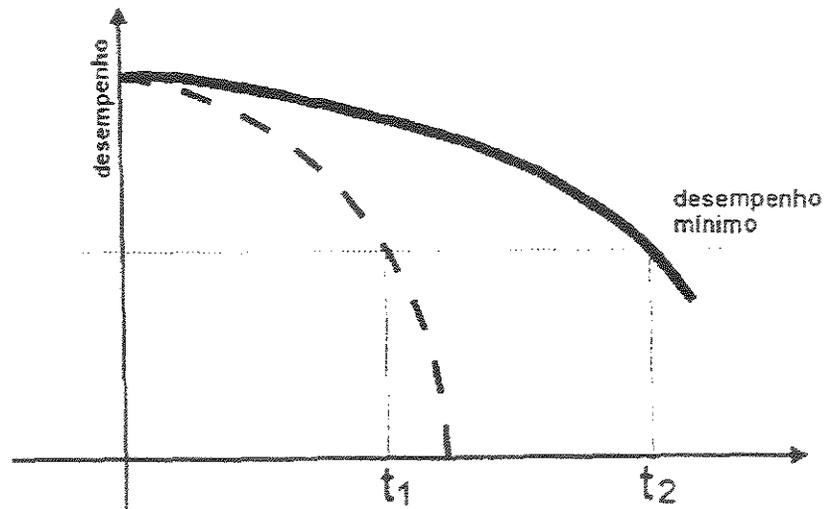


Figura 3.7: Desempenho dos edifícios ao longo do tempo, sem manutenção periódica.  
Fonte: LICHTENSTEIN (1985).

Porém, se forem executadas manutenções periódicas no edifício, a vida útil pode ser prolongada, alterando a curva de deterioração do mesmo, conforme mostra a Figura 3.8.

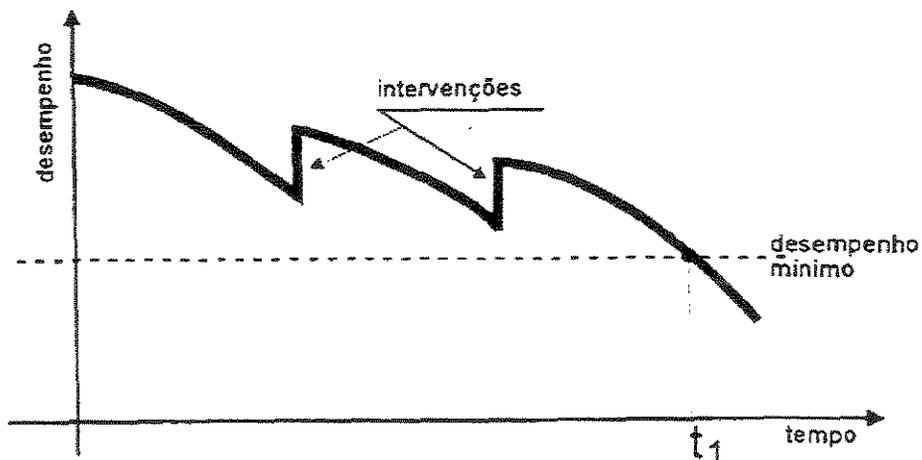


Figura 3.8: Desempenho dos edifícios ao longo do tempo quando submetidos à manutenção periódica.  
Fonte: LICHTENSTEIN (1985).

Analisando a Figura 3.8, o autor afirma que não é possível voltar ao desempenho inicial com a manutenção periódica, pois sempre há uma perda residual. Assim, é inevitável que, em um determinado período, o edifício apresente um desempenho insatisfatório em consequência da deterioração natural dos materiais e componentes.

ALMEIDA (1994) afirma que na recuperação do nível de desempenho de um edifício, devem ser considerados dois aspectos: evolução tecnológica e obsolescência. A evolução tecnológica pode ser definida como a variação das condições técnicas ideais ao uso e operação do edifício ao longo do tempo. Obsolescência é a variação das condições de atendimento às necessidades do usuário e à inadequação do desempenho dos componentes e sub-sistemas ao longo do tempo.

O autor observa que a evolução tecnológica depende da tipologia da edificação e a obsolescência, da qualidade do edifício na sua implantação.

Neste sentido, é apresentado um gráfico com as possibilidades de intervenções para a recuperação do nível de desempenho de um edifício em função do nível tecnológico desejado (Figura 3.9).

As possibilidades de intervenção consideradas são:

- **Intervenção 1 (Restauração):** recuperar todos os sistemas do edifício ao nível tecnológico inicial;
- **Intervenção 2 (Modernização):** conferir ao edifício o nível tecnológico possível de ser obtido na data da intervenção, representando um ganho qualitativo em relação a sua condição inicial, e introduzindo conceitos futuros através de infra-estrutura preparada para tal;
- **Intervenção 3 (Adequação):** definir o nível tecnológico mais adequado em função da relação custo-benefício na data da intervenção, podendo ou não coincidir com a intervenção 2.

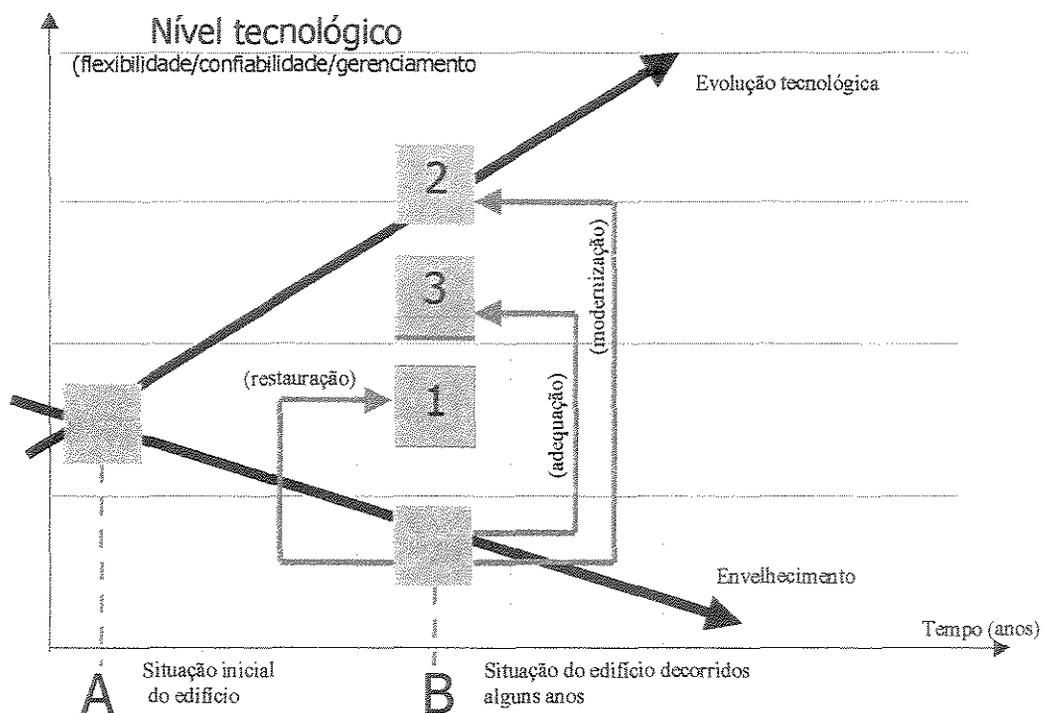


Figura 3.9: Possibilidade de intervenções em função do nível tecnológico desejado.  
 Fonte: ALMEIDA (1994).

ALMEIDA (1994) afirma ainda que o acúmulo de intervenções não planejadas pode aumentar a velocidade de degradação dos sistemas prediais, fazendo com que pequenos reparos não sejam mais suficientes, sendo necessárias intervenções de caráter mais profundo, com conseqüente aumento de custos.

ROSSO *apud* LICHTENSTEIN (1985) afirma que, na Inglaterra, o total dos custos de manutenção e operação ao longo da vida útil de um edifício apresentava a mesma ordem de grandeza do seu custo inicial.

PURKIS *et al apud* LOPES (1993b) realizou um estudo sobre os custos anuais com edificações governamentais na Inglaterra, onde foi constatado que 18% dos gastos referiam-se à manutenção corretiva.

JOHN *apud* LOPES (1993b) analisou vários trabalhos e concluiu que pode-se adotar, para os custos anuais de manutenção de edificações em países desenvolvidos, um percentual

entre 0,45% e 1,76% sobre o custo de materiais para a execução desta atividade no edifício. Para o Brasil, este percentual varia de 2,4% a 3,4%, segundo o mesmo autor.

LOPES (1993b) ressalta que, projetando-se a vida útil média das edificações em 50 anos, e considerando o gasto médio de 3% ao ano sobre o custo de materiais para manutenção predial, observa-se que o custo de manutenção em uma edificação, ao longo de sua vida útil, é de 1,5 vezes o custo de construção.

STEEL *apud* LOPES (1993b) afirma que os custos unitários de operação e manutenção de edificações comerciais canadenses correspondem ao custo de reconstrução dos mesmos edifícios, considerando uma vida útil de 60 anos.

A NBR 5674 (ABNT, 1999) contém a seguinte informação: “estudos realizados em diversos países, para diferentes tipos de edificações, demonstram que os custos anuais envolvidos na operação e manutenção das edificações em uso variam entre 1% e 2% do seu custo inicial. Este valor pode parecer pequeno, porém acumulado ao longo da vida útil das edificações chega a ser equivalente, ou até superior, ao custo de construção”.

Muitos erros e defeitos ocorrem durante as etapas de projeto e construção, o que resulta, mais tarde, em altos custos de manutenção. Na Inglaterra, o *Building Research Establishment* (BRE) realizou um estudo para verificar as falhas mais comuns que ocorrem nos edifícios. O resultado foi que 58% dos defeitos eram originários de erros nos projetos (SEELEY *apud* AL-HAMMAD, 1997).

RANSOM *apud* AL-HAMMAD (1997) apresenta uma análise dos gastos com manutenção em edifícios de até 25 anos, em países europeus. Cerca de 56% dos gastos foram utilizados para reparar desgastes, 20% para correções de projeto, 12,5% em reparos devido à falha dos materiais ou de mão-de-obra, e os 12,5% restantes foram atribuídos a causas secundárias.

No Brasil, AMORIM (1997) realizou uma pesquisa em construtoras da cidade de São Carlos, São Paulo, sendo ressaltado que as empresas estudadas não possuíam registros dos custos com manutenção e re-serviço nos edifícios após sua ocupação. Apenas uma das construtoras pesquisadas possuía estes registros.

Para esta construtora, foram selecionados 6 edifícios com registros de manutenção e respectivos custos desde a entrega das chaves aos proprietários. A análise destes dados indicou que os gastos com manutenção dos sistemas hidráulicos prediais (SHP) foram de aproximadamente 22% do total de todos os gastos, e que os gastos com os SHP representavam cerca de 1,28% do custo total das obras estudadas.

### 3.6.2 Tipos de Manutenção

#### 3.6.2.1 Quanto à Forma de Organização

Segundo a forma de organização, a manutenção pode ser centralizada, descentralizada ou mista.

De acordo com a padronização de BRANCO F<sup>o</sup> (2000), **manutenção centralizada** é um tipo de organização na qual a atuação de cada uma das especialidades e/ou equipes estende-se a toda área pertencente àquela instituição.

**Manutenção descentralizada** é definida pelo mesmo autor como sendo o tipo de organização que consiste em dividir a área a ser mantida em unidades, zonas, etc. designando a cada uma delas um determinado número de pessoal.

Portanto, pode ser concluído que a **manutenção mista** é o tipo de organização que atende aos dois tipos anteriores: na área a ser mantida podem ser encontradas equipes centrais e descentrais, podendo uma mesma área ser mantida por ambas.

KRÖNER (1999) descreve a **manutenção centralizada** como a mais comum em pequenas áreas, e aponta como vantagem de sua implementação a melhor supervisão e controle dos equipamentos e, como desvantagem, uma eventual demora no atendimento às solicitações.

A **manutenção descentralizada** é recomendada pelo autor para utilização em unidades de grandes dimensões, tendo um custo maior, pois exige mais recursos, porém com um atendimento mais rápido às solicitações.

Conforme PETERSON (1998), no passado, a manutenção foi principalmente centralizada. Com a competição internacional nos anos 80, muitas equipes de manutenção foram eliminadas ou reduzidas para menos da metade em número de integrantes. Simultaneamente, com a redução de custos, as empresas foram forçadas a aumentar a qualidade, produtividade e segurança. A solução encontrada foi aplicar as duas formas de organização, criando uma terceira forma, denominada **manutenção mista**.

O mesmo autor afirma que, na manutenção mista, as funções de priorização de atividades, planejamento e desenvolvimento de cronogramas, atividades preventivas, padronização de atividades e relatórios devem ser centralizadas; e as atividades da manutenção propriamente dita, descentralizadas.

A Associação Brasileira de Manutenção realiza, a cada biênio, uma pesquisa abordando a situação da manutenção em empresas de diversos setores industriais do Brasil. Os resultados das duas últimas pesquisas são apresentados na Tabela 3.3. Em 1999, a pesquisa abordou 116 empresas e em 2001, 142 empresas (ABRAMAN, 2001).

Tabela 3.3: Resultados da situação da manutenção

<b>Forma de Organização</b>	<b>1999</b>	<b>2001</b>
centralizada	40,5%	36,6%
descentralizada	21,5%	21,1%
mista	37,9%	42,2%

Fonte: adaptado de ABRAMAN (2001)

Este mesmo levantamento foi realizado nos anos de 1995 e 1997. Os resultados das pesquisas revelam o crescimento do número de empresas que adotam a forma de organização da manutenção mista e a tendência de queda da centralizada.

### 3.6.2.2 Quanto à Forma de Atuação

Quanto à forma de atuação, a manutenção é usualmente classificada em: preventiva, preditiva e corretiva.

VASCONCELLOS (1998) apresenta as seguintes definições para manutenção preventiva e corretiva:

- **manutenção preventiva** é aquela que é responsável pela continuidade do serviço de um equipamento ou instalação, abrangendo inspeções sistemáticas de acompanhamento de suas condições operativas, ajustes, conservação e eliminação de defeitos; e
- **manutenção corretiva** é aquela responsável pela restauração de um equipamento ou instalação sob falha, o que impede o seu funcionamento normal.

O referido autor afirma que deve ser elaborado um planejamento básico de manutenção, constituído por diretrizes que orientem o estabelecimento de informações específicas, desde sua concepção inicial, capaz de apresentar manutenções preventivas sistemáticas, dar diagnósticos e reavaliar a periodicidade das intervenções preventivas, entre outros. Desse modo, é possível estruturar controles preventivos constantes, reduzindo sensivelmente a manutenção corretiva.

Conforme ressalta LEVITT (1998a), a manutenção preventiva reduz a necessidade de manutenção corretiva e aumenta o nível dos serviços prestados para o usuário.

As ferramentas usualmente empregadas como estratégias para estimar a periodicidade da manutenção são: análise dos componentes; análise da curva de falhas e revisão do ciclo de vida dos mesmos; observação dos efeitos da manutenção, entre outros (LEVITT, 1998b).

Segundo MOUBRAY (2000a), no passado, a frequência da manutenção era baseada na frequência da falha; atualmente é baseada no período de falha. Assim, a manutenção deve ser realizada antes da falha funcional ocorrer, de modo a serem evitadas as suas conseqüências.

THEN (1996) apresenta uma classificação de “risco e necessidade” para a priorização da manutenção predial. Neste contexto, tem prioridade de manutenção o equipamento/componente que apresenta alto risco e necessidade crítica; caso o equipamento/componente apresente baixo risco e a sua necessidade não seja crítica, a manutenção pode ser adiada ou planejada.

Este autor afirma ainda que o custo da manutenção deve ser observado, de modo a eliminar gastos supérfluos e se obter a satisfação do usuário final.

Outras terminologias e/ou sub-tipos para as formas de atuação da manutenção são também citados na bibliografia.

PALLEROSI *apud* REYS (1995) apresenta as seguintes definições para as formas de atuação da manutenção:

1. manutenção de emergência: reparar quando falhar;
2. manutenção preventiva: reparar antes que falhe (efetuar regulagens, ajustes, etc., de modo a evitar a falha do sistema);
3. manutenção preditiva: monitorar o momento da falha e reparar somente na iminência da falha, objetivando a redução do volume de manutenção preventiva e reduzir a manutenção corretiva, e, conseqüentemente, os custos envolvidos;
4. manutenção como parte integrante da vantagem competitiva da empresa.

O manejo adequado deste conjunto de ações, consideradas pelo autor como progressivas é denominado de Manutenção Sistemática.

A NBR 5674 (ABNT, 1999) define **manutenção rotineira** como aquela que é caracterizada por um fluxo constante de serviços simples e padronizados; a **manutenção planejada**, por sua vez, é caracterizada por serviços cuja realização é organizada antecipadamente, tendo por referência solicitações dos usuários, estimativas da durabilidade esperada dos componentes das edificações em uso ou relatórios de inspeções periódicas sobre seu estado de deterioração; e a **manutenção não planejada** é caracterizada por serviços não previstos na manutenção planejada, incluindo a **manutenção de emergência** (serviços que exigem intervenção imediata).

A norma inglesa BS 3811 *apud* LOPES (1993b) divide as atividades de manutenção em dois tipos:

- **planejada**: organizada e efetuada com previsão, controle e utilização de dados conhecidos para a elaboração de um plano;
- **não-planejada**: efetuada sem um plano determinado.

Além disso, a manutenção planejada pode ser subdividida em:

- **preventiva**: efetuada em determinado intervalo ou sob critérios previamente estabelecidos, visando reduzir a probabilidade de falha ou ritmo de degradação de um componente, sendo sempre parte da manutenção planejada;
- **dependente das condições**: efetuada em consequência do conhecimento das condições do componente através de observação contínua ou rotineira, sendo sempre manutenção preventiva;
- **programada**: efetuada segundo determinado intervalo de tempo, número de operações, horas de uso, etc., é sempre manutenção preventiva.

Ainda são definidos outros dois tipos os quais podem ser classificados de manutenção planejada ou não planejada:

- **corretiva:** efetuada quando ocorre uma falha, buscando restaurar o componente de forma que este possa desempenhar a função prevista, podendo esta atividade ser planejada ou não;
- **emergencial:** deve ser efetuada imediatamente para evitar graves conseqüências, podendo ser uma atividade planejada ou não.

A manutenção, segundo KRÖNER (1999), pode ser dividida em planejada e não planejada. A manutenção planejada é subdividida em três tipos de ações:

- manutenção de conservação: atividades diárias;
- manutenção preditiva: contempla a verificação e avaliação dos equipamentos para que a atividade de manutenção seja realizada no momento exato da falha/defeito; e
- manutenção preventiva: é a atividade de manutenção realizada periodicamente, independente da falha/defeito do equipamento.

A manutenção não planejada é descrita como a atividade realizada após a quebra do equipamento e é de caráter emergencial. As manutenções preventiva e não planejada são definidas como aquelas que têm a função de recolocar a instalação em condições de funcionamento.

Segundo o referido autor, as vantagens da manutenção preditiva são:

- monitoramento durante o funcionamento;
- redução da necessidade de mão-de-obra, porque tudo é planejado;
- redução do estoque de peças de reposição;
- aumento da disponibilidade do equipamento; e
- redução de paradas imprevistas nos equipamentos.

As desvantagens, tais como a exigência de pessoal qualificado e a necessidade de instrumentos especiais, em determinados tipos de sistemas, além da não eliminação da manutenção preventiva, são compensadas pela maior disponibilidade dos equipamentos.

BEVILACQUA; BRAGLIA (2000) apresentam as seguintes definições para manutenção corretiva, preventiva e preditiva:

- **manutenção corretiva** é aquela que é aplicada somente quando o equipamento se quebra. Não há intervenções até que a falha ocorra;
- **manutenção preventiva** é baseada na análise das características dos componentes, a qual determina o momento da reposição dos mesmos;
- **manutenção preditiva** é aquela que controla os equipamentos, habilitando a equipe de manutenção a planejar a substituição ou revisão, dependendo das condições de operação dos mesmos.

PITT (1997) sugere que o processo de manutenção preventiva seja realizado em três etapas: identificação e avaliação da necessidade de manutenção; priorização destas necessidades; e, formulação de um programa de manutenção preventiva. Na avaliação dos componentes, que é baseada na observação, o autor sugere que sejam anotados o tipo, data de instalação e vida útil dos mesmos. Estes dados serão usados para prever a data de falha do componente e, assim, a manutenção preventiva pode ser planejada adequadamente.

Portanto, quanto à forma de atuação da manutenção, ela pode ser classificada basicamente em corretiva, preventiva e preditiva, sendo que as demais definições citadas na bibliografia consultada são subdivisões destas. Assim, de forma sucinta, a manutenção corretiva se resume a reparar quando falhar; a preventiva, reparar antes de falhar; e a preditiva, monitorar o equipamento e reparar na iminência da falha.

### 3.6.3 Sistema de Manutenção Predial

LOPES (1993a) define Sistema de Manutenção Predial (SMP) como uma metodologia que permite acompanhar e prever as necessidades de manutenção, coletar e utilizar dados de custo, durabilidade e eficiência dos componentes dos edifícios, para auxiliar no gerenciamento dos mesmos.

Assim, o autor sugere que um SMP deva fornecer informações a respeito de custos de utilização do edifício; causas das patologias mais frequentes com distinção da origem; avaliação do edifício pelo usuário; e dados que permitam comparar o desempenho de vários edifícios, sob diferentes aspectos.

Para tanto, é sugerido que o SMP possua alguns elementos fundamentais, tais como:

- banco de dados com atualizações periódicas, onde as informações para tanto, serão adquiridas por meio de relatórios preenchidos por usuários, técnicos e outros;
- plano de vistorias;
- programa de manutenção preventiva;
- manual de manutenção e conservação predial;
- arquivo com plantas e especificações dos edifícios.

LOPES (1993b) cita vários autores, os quais recomendam a adoção de um SMP em conjuntos habitacionais, os quais podem ser adaptados para qualquer tipologia de edificação.

São eles: GOW (1983), da Escócia, que sugere uma codificação para padronização das atividades de manutenção; OVESEN (1983), que propõe a criação de rotinas de controle, avaliação do edifício através de questionário e manuais do usuário para promover o planejamento para a manutenção; PETTIT (1983), que sugere a implementação de um sistema computacional para gerenciamento da manutenção; SKINNER (1983), que propõe a utilização de dados de manutenção para definir a frequência de reparos, a vida útil dos componentes e as necessidades

de manutenção preventiva; STANG (1983), da Noruega, que propõe uma listagem das atividades de manutenção e, a partir disso, a determinação da periodicidade das mesmas.

JONES *apud* LOPES (1993b) aponta as principais dificuldades enfrentadas na Biblioteca Nacional da Nova Zelândia onde era gerente de manutenção: problemas não previstos no início de operação dos equipamentos e componentes; problemas de projeto (materiais inadequados e falta de espaço para execução de manutenção); e, falta de treinamento da equipe de operação e manutenção.

Na NBR 5674 (ABNT, 1999) é recomendado que um sistema de manutenção possua uma estrutura de documentação e registro de informações permanentemente atualizado. As inspeções devem ser orientadas por listas de verificação, considerando os componentes da edificação e as formas de manifestações patológicas.

É recomendado também que os serviços de manutenção devem ser definidos em planos de curto, médio e longo prazos, de maneira a reduzir a necessidade de sucessivas intervenções, minimizar a interferência dos serviços no uso da edificação, e dos usuários sobre a execução dos serviços de manutenção.

Além disso, são especificados os padrões de operação do sistema de manutenção, os quais são definidos levando-se em consideração, entre outros: o desempenho mínimo das edificações tolerável pelos seus usuários; o prazo aceitável entre a observação da falha e a conclusão do serviço de manutenção e a periodicidade das inspeções.

A norma inglesa BS 8210<sup>5</sup> *apud* LOPES (1993b) descreve um SMP abrangendo sete etapas distintas, quais sejam:

- desenvolvimento de programas de manutenção;

---

<sup>5</sup> BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **British Standard Guide to Building Maintenance Management:** BS 8210. London, 1986. 44p.

- observação da legislação e técnicas que envolvem o proprietário na manutenção e preservação de seu edifício;
- definição de políticas de manutenção, envolvendo o nível de manutenção desejado;
- planejamento das atividades de manutenção;
- elaboração de manuais de manutenção;
- inspeções e planejamento das atividades de manutenção; e
- definição de normas e procedimentos para a execução das atividades de manutenção e reparos.

A referida norma ainda descreve as atividades contempladas em um programa de manutenção: desenvolvimento de orçamentos, previsão e alocação de despesas; definição de técnicas de decisão entre reparo ou substituição de componentes; elaboração de programas de manutenção preventiva, identificação dos melhores períodos e técnicas de reparo; determinação do custo total dos componentes, o que envolve a vida útil e custos de implantação, operação e manutenção; e identificação da relação custo/benefício das despesas envolvidas em manutenção.

Baseado nesses conceitos e na consideração de que os sistemas prediais não podem estar sujeitos a paralisações, necessitando de manutenção periódica, VASCONCELLOS (1998) propõe um programa de manutenção preventiva, o qual deve ser adequado para cada situação. As etapas para a sua implementação são as seguintes:

- cadastramento do edifício e suas partes;
- diagnóstico das falhas;
- elaboração de manuais de procedimento;
- definição de critérios de manutenção;
- estabelecimento de rotinas; e
- definição da estratégia de implantação.

Os serviços de manutenção devem apoiar-se no diagnóstico das falhas do edifício, tanto aquelas provenientes da deterioração natural como as originadas pelo uso indevido.

Por fim, o autor sugere a periodicidade de algumas intervenções preventivas nos sistemas prediais. As recomendações relativas ao sistema predial de água fria são as seguintes:

- verificação de vazamentos no hidrômetro e nos pontos de consumo – 1 vez por semana;
- verificação do funcionamento do registro geral e da válvula de bóia, e de vazamentos nos reservatórios – 1 vez por mês.

As vistorias de manutenção predial têm, entre outras finalidades, a função de estabelecer prioridades e verificar a necessidade de serviços de manutenção (LOPES, 1993b).

Segundo KRÖNER (1999), um sistema de manutenção planejada deve constar de **planejamento das atividades** (análise de manuais e relatórios; definição de serviços a executar e de materiais e recursos necessários), **organização da execução** (elaboração de cronogramas de trabalho; programação de recursos; estoque de componentes para reposição e assistência técnica) e **coordenação, supervisão e controle** (coordenação de atividades; incentivos de trabalho em grupo e controle final após execução dos trabalhos).

GRAÇA; GONÇALVES (1999) relatam que investigações de campo confirmam a operação e manutenção inadequadas nos sistemas prediais no Brasil, sugerem a revisão dos conceitos de projeto e ressaltam a necessidade da participação do usuário na operação e manutenção desses elementos.

Citam também que a inadequada operação e/ou manutenção de um sistema predial pode resultar na insatisfação do usuário final. Tal insatisfação é proveniente de algumas situações, como por exemplo: custo da manutenção corretiva maior do que o da preventiva; consumo de insumos prediais acima dos níveis normais; excesso de ruídos; entupimento de tubulações; falha no abastecimento; etc.

AMORIM (1993) ressalta que a inadequada operação e/ou manutenção de um edifício pode ser conseqüência da inexistência e/ou inadequabilidade de manuais de operação, uso e manutenção para as edificações.

A norma brasileira NBR 14037 (ABNT, 1998) apresenta os objetivos de um manual de operação, uso e manutenção de edificações: informar aos usuários as características técnicas do edifício; descrever procedimentos recomendáveis para o melhor aproveitamento da edificação; orientar os usuários para a realização das atividades de manutenção; prevenir a ocorrência de falhas e acidentes decorrentes de uso inadequado; e contribuir para o aumento da durabilidade da edificação.

Na referida norma, além da definição da freqüência das manutenções periódicas para os componentes, instalações e equipamentos da edificação, são recomendadas algumas informações que devem constar no manual, a respeito da manutenção, tais como:

- especificação de procedimentos gerais de manutenção para a edificação como um todo e procedimentos específicos para a manutenção de componentes, instalações e equipamentos;
- especificação de um programa de manutenção preventiva de componentes, instalações e equipamentos relacionados à segurança e salubridade da edificação;
- identificação de componentes da edificação mais importantes em relação à freqüência ou riscos decorrentes da falta de manutenção, descrevendo as conseqüências prováveis da não realização das atividades de manutenção;
- destaque para a obrigatória revisão do referido manual quando da realização de modificações na edificação.

REYS (1995) afirma que, para a realização da atividade de manutenção é necessário que haja treinamento da equipe responsável por essa atividade, pois somente a detecção da falha não implica na redução do número e periodicidade das mesmas, necessitando, muitas vezes, de melhores técnicas de reparos e regulagens para se atingir esse objetivo.

Nesse sentido, BILLINTON *apud* REYS (1995) afirma que uma manutenção preventiva deficiente pode diminuir ainda mais a confiabilidade do sistema, sendo a habilidade e qualificação do pessoal da manutenção fatores fundamentais nesse processo.

DANTAS; FARIA (1999) sugerem o cadastramento de todos aparelhos existentes e a criação de uma codificação dos mesmos e dos tipos de falhas/defeitos, sendo que todo o pessoal envolvido deve ter conhecimento da codificação. A gestão da manutenção fica bastante facilitada com o auxílio de um sistema de informação que utiliza esta codificação.

Esses autores afirmam que o treinamento da equipe de manutenção é fundamental para o bom funcionamento do sistema de informação, o qual deve permitir o registro das ordens de serviços de todos os problemas, para análises e decisões futuras.

#### **3.6.4 Evolução dos Sistemas de Manutenção**

Desde muito tempo atrás, o homem sente a necessidade de manutenção de seus equipamentos, onde as falhas podem ter origem nas fases de projeto, execução, uso e operação. Porém, as técnicas aplicadas e as expectativas dadas a esta atividade vêm se modificando.

Segundo MOUBRAY (2000b), as atividades de manutenção podem ser divididas em três grandes gerações, descritas na Tabela 3.4, onde, além de descrever o cenário industrial, a tabela apresenta as técnicas utilizadas em cada período e o que se esperava como consequência com a aplicação de cada destas.

A **Primeira Geração** ocorreu no período da 2ª Guerra Mundial, a **Segunda Geração** contemplou a década de 1950 e a **Terceira Geração** surgiu na metade da década de 1970.

Tabela 3.4: Evolução das atividades de manutenção

Gerações (períodos)	Cenário Industrial	Evolução das Expectativas da Manutenção	Técnicas Utilizadas
Primeira Geração (2 <sup>a</sup> Guerra Mundial)	Indústria pouco mecanizada, equipamentos fáceis de reparar, não havendo necessidade de manutenção sistematizada. A prevenção de falhas não era prioridade nas atividades cotidianas.	Reparos no momento da falha. Não ocorrem análises sobre vida útil, custos, etc.	Substituição de componentes dos equipamentos quando falhar.
Segunda Geração (década de 50)	Máquinas mais complexas; a indústria começa a depender da manutenção, crescendo a idéia de que as falhas podem e devem ser prevenidas, iniciando-se o planejamento da manutenção e o sistema de controle das falhas.	Desempenho e ciclo de vida dos equipamentos altos; baixo custo de reparos.	Uso de cronogramas, planejamento e controle das atividades; uso de computadores grandes e lentos.
Terceira Geração (metade da década de 70)	Mudanças ocorrem, causadas por novas expectativas, pesquisas e técnicas.	Desempenho e ciclo de vida altos; segurança ao operador; maior qualidade do produto final, sem danos ao ambiente; alto custo efetivo.	Condição de monitoramento; projeto de desempenho e manutenção; computadores pequenos e rápidos; análise dos modelos de falhas e efeitos; sistemas inteligentes; grupos de trabalho.

Fonte: adaptado de MOUBRAY (2000).

Da análise da Tabela 3.4, verifica-se que as atividades de manutenção começaram a ter maior importância ao longo dos tempos.

Em 1950, um grupo de engenheiros japoneses criou um novo conceito de manutenção, composto basicamente pelo seguimento das recomendações dos fabricantes dos equipamentos sobre os cuidados com a operação e manutenção dos mesmos, além do uso de análise estatística na produção. Esta nova forma de atuação da manutenção foi denominada de “manutenção preventiva” (ROBERTS, 1997; RIBEIRO, 2000; TPM-online, 2001a).

Segundo ROBERTS (1997), quando as atividades de manutenção começaram a ter maior importância nas indústrias, tornou-se evidente que as mesmas deveriam se consideradas no programa de qualidade dessas empresas. Foi criado, então, o programa de Manutenção da Produtividade Total (TPM – *Total Productive Maintenance*).

A Manutenção da Produtividade Total (TPM) é um processo estratégico que une vários elementos de um programa de manutenção, visando alcançar altos níveis de desempenho dos equipamentos (WILLIAMSON, 2000).

É um conceito de melhoramento contínuo, onde é sugerida a participação e envolvimento de todos para a otimização dos equipamentos (TPM-online, 2001a).

KENNEDY (2001) afirma que a implementação da TPM é lenta e gradual. Modificações significativas somente serão percebidas após um período de seis meses. O autor ainda afirma que o foco principal é evitar a ocorrência de falhas e a rápida deterioração dos equipamentos/componentes.

Os objetivos principais da TPM, conforme RIBEIRO (2000), são: qualidade do processo produtivo; aumento da produtividade; redução do custo de manutenção; agilidade na execução dos reparos; entre outros.

RIBEIRO (2000) e WILLIAMSON (2000) apresentam cinco atividades preparatórias para a implementação da TPM, os quais foram complementados posteriormente por três outras, para que a TPM pudesse ser aplicada em todos os departamentos de uma indústria:

- 1) melhorias individuais nos equipamentos: incorporação de melhorias específicas e individualizadas;
- 2) manutenção autônoma: estruturação para condução da manutenção voluntária ou autônoma pelos operadores;
- 3) manutenção planejada: estruturação do órgão de manutenção;
- 4) treinamento: capacitação técnica e a busca de novas habilidades para o pessoal do setor de manutenção;
- 5) melhoria no projeto: estruturação para controle dos equipamentos desde o projeto conceitual;
- 6) manutenção da qualidade: redução de produtos defeituosos e em não conformidade, redução dos custos de re-processo, entre outros;
- 7) melhorias administrativas: aumento da produtividade, redução de custos e melhorias no atendimento ao consumidor;
- 8) segurança, saúde e meio ambiente: redução do número de acidentes e poluição.

Para a implementação da TPM, ROBERTS (1997) sugere que se indique um coordenador, o qual introduzirá os conceitos aos operários por meio de programa educacional. Assim, o time principal será formado por pessoas que atuam diretamente no local onde ocorrem as falhas/defeitos. Devem fazer parte deste time operadores, pessoas da equipe de manutenção, supervisores, entre outros.

O mesmo autor sugere o desenvolvimento uma lista de verificação diária de manutenção. Desta maneira, o operador se torna parte ativa no processo, sendo responsável por uma rotina diária de manutenção, pequenos ajustes, etc.

Ao responsabilizar o operador por estas pequenas atividades rotineiras, espera-se que ele desenvolva um sentimento de “propriedade” (responsabilidade) pelo equipamento/componente.

Segundo TPM-online (2001b) este sentimento de “propriedade” do operador é a parte mais importante do processo como um todo. Esta atividade particular de cada operador é denominada de **manutenção autônoma**.

A **manutenção autônoma** consiste em desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade, zelo, habilidade de inspecionar e detectar problemas e até realizar pequenos ajustes nos equipamentos/componentes (RIBEIRO, 2000).

De acordo com MORA (1998), os objetivos da manutenção autônoma são:

- treinar para detectar falhas;
- capacitar para eliminar falhas;
- treinar para manter os equipamentos; e
- disciplinar para seguir os procedimentos.

RIBEIRO (2000) apresenta as seguintes etapas para a implementação da manutenção autônoma:

- sensibilização da alta direção e de toda gerência da organização;
- definição do gestor e comitê de manutenção autônoma;
- anúncio oficial da decisão de implementar a manutenção autônoma;
- treinamento do gestor, comitê e outras pessoas-chave;
- realização de trabalhos preliminares pelo gestor e comitê;
- definição da área piloto e equipamento modelo;
- treinamento da média gerência;
- realização de palestra para operadores/manutentores;
- elaboração do plano diretor; e
- lançamento da manutenção autônoma.

De acordo com o referido autor, o **gestor** deve conhecer os conceitos do programa e ter capacidade de liderança. O seu treinamento consiste em participações em cursos e eventos, e leitura de literatura específica. Deve formar **times de trabalho** com os componentes do comitê e desenvolver algumas atividades, dentre as quais formar **times de educação e treinamento, divulgação, padronização e time técnico**.

O **time de educação e treinamento** deve definir o treinamento a ser ministrado, preparar o sistema de acompanhamento e aplicação do treinamento. O **time de divulgação** deve criar uma cartilha, desenvolver materiais para divulgação e fotografias para exposição de mudanças visuais. O **time de padronização** deve elaborar a lista de verificação geral e os relatórios de atividades. Ao **time técnico** cabe elaborar as estratégias de implementação da manutenção autônoma, realizar auditorias e monitorar a prática da manutenção autônoma.

O treinamento da média gerência tem como objetivo comprometê-la, capacitá-la para a execução da manutenção autônoma e nivelar os conceitos. A elaboração do Plano Diretor tem como objetivo orientar o desenvolvimento por toda empresa de forma coordenada, definindo a política, os objetivos, as metas e a estratégia a serem adotadas para a implementação da manutenção autônoma.

A implementação propriamente dita é apresentada em três fases:

- **Preparatória:** contempla a educação e treinamento, elaboração de formulários e sistemática de auditorias;
- **Implementação:** envolve o combate às causas dos problemas, inspeção geral, inspeção autônoma, entre outros;
- **Ampliação:** extensão do programa a outros equipamentos.

### 3.7 Considerações Finais

Ao longo desse capítulo, vários conceitos foram apresentados, com a caracterização dos sistemas prediais de água fria e a identificação dos principais componentes onde podem ocorrer vazamentos e/ou desperdício de água.

Verifica-se uma grande ocorrência de vazamentos nos sistemas prediais, citadas por vários autores relacionados na bibliografia consultada. Para a redução destas ocorrências, é necessário implementar, em uma primeira etapa, um programa de manutenção corretiva, e posteriormente, uma rotina de manutenção preventiva, de modo a garantir que os índices de redução das perdas obtidos sejam mantidos e, até mesmo, aumentados.

Dependendo da tipologia de edificação em estudo, esta atividade assume uma complexidade bastante grande, como é o caso de um *campus* universitário, onde existem vários edifícios que, apesar de estarem subordinados a uma administração central (Reitoria), possuem direção local (diretoria das unidades de ensino e pesquisa).

A partir da conceituação geral quanto à forma de organização e atuação da manutenção constante na bibliografia consultada, das normas nacionais e estrangeiras relacionadas com o tema e da análise da evolução dos sistemas de manutenção, são apresentados no próximo capítulo, subsídios para a implementação de um Sistema de Manutenção dos Sistemas Prediais em *campi* universitários.

#### **4 Subsídios para a Implementação de Sistema de Manutenção em *Campus* Universitário, com Ênfase em Conservação de Água**

Foram considerados para a proposição efetuada nesse capítulo, os conceitos contemplados nos sistemas de Manutenção da Produtividade Total (TPM). Usualmente, o termo “Manutenção da Produtividade Total” refere-se ao conjunto de atividades e/ou atitudes que propiciem a não interrupção dos sistemas/equipamentos que garantam a produção de um determinado bem ou serviço em uma organização. Nesta dissertação, o conceito é ampliado para contemplar o uso racional dos insumos prediais para a realização das diferentes atividades, em especial a água.

Os sistemas de TPM vêm sendo implementados em diferentes organizações do setor industrial, não tendo sido encontrada, porém, na bibliografia, nenhuma aplicação à manutenção dos sistemas prediais em *campus* universitário.

Dentre as atividades preparatórias para a implementação da TPM apresentadas no capítulo anterior, merecem destaque para a definição de um sistema de manutenção em *campus* universitário a manutenção autônoma, a manutenção planejada e o treinamento (tanto para operadores quanto para a equipe de manutenção).

Vale ressaltar que os conceitos empregados e as proposições efetuadas podem ser estendidos para todo e qualquer componente que irá sofrer manutenção e não especificamente os sistemas prediais de água. Porém, o detalhamento dessas atividades para outros sistemas, que não

o de água, não constitui escopo do presente trabalho, devido à ênfase dada à questão da conservação de água.

Na Figura 4.1 são apresentadas as etapas para a implementação de um sistema de manutenção (SM) em *campus* universitário, cuja descrição, aplicada aos sistemas prediais de água, será efetuada ao longo deste capítulo.

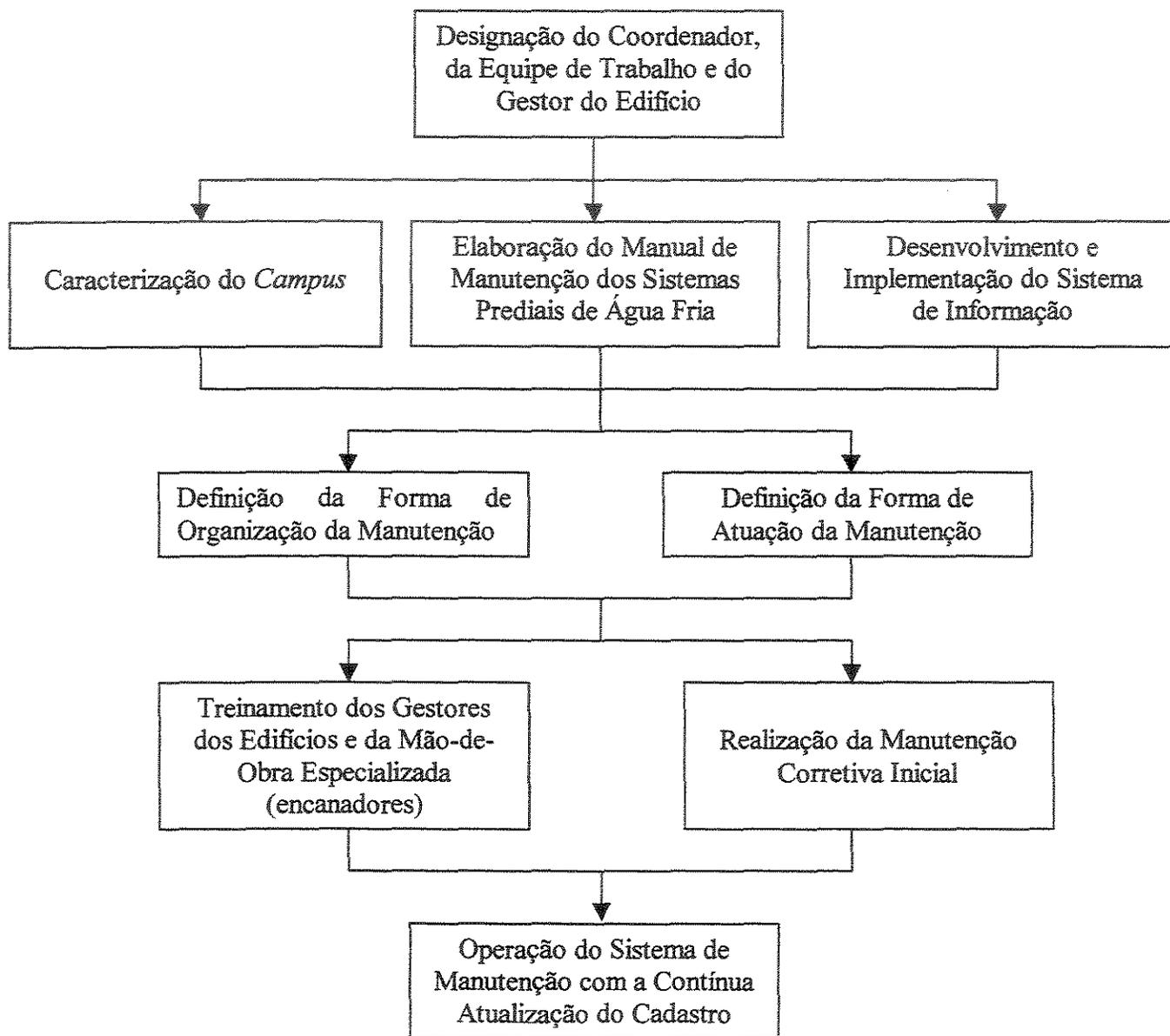


Figura 4.1: Etapas para a implementação de um sistema de manutenção (SM) em *campus* universitário.

Ao comparar as atividades apresentadas na Figura 4.1 com aquelas necessárias para a implementação da TPM, apresentadas em RIBEIRO (2000) e WILLIAMSON (2000), pode-se verificar a associação entre elas, conforme a Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Associação entre atividades preparatórias para implementação da TPM e etapas para implementação de SM em *campus* universitário.

Etapa preparatória para a TPM	Etapas do SM
<b>Manutenção Planejada</b>	designação do coordenador, da equipe de trabalho e do gestor do edifício; caracterização do <i>campus</i> ; elaboração do manual de manutenção dos sistemas prediais de água fria; desenvolvimento e implementação do sistema de informação; definição da forma de organização da manutenção; e definição da forma de atuação da manutenção.
<b>Treinamento</b>	treinamento dos gestores dos edifícios e da mão-de-obra especializada (encanadores); e realização da manutenção corretiva inicial.
<b>Manutenção Autônoma</b>	operação do sistema de manutenção com a contínua atualização do cadastro.

Ressalta-se que, após a implementação das etapas iniciais, a operação do sistema de manutenção e contínua atualização do cadastro (última etapa da Figura 4.1) pressupõe a realização de determinadas atividades, as quais estão apresentadas nas Figuras 4.2 e 4.3, de acordo com a forma de organização da manutenção na tipologia em estudo, cuja descrição é efetuada ao longo deste capítulo.

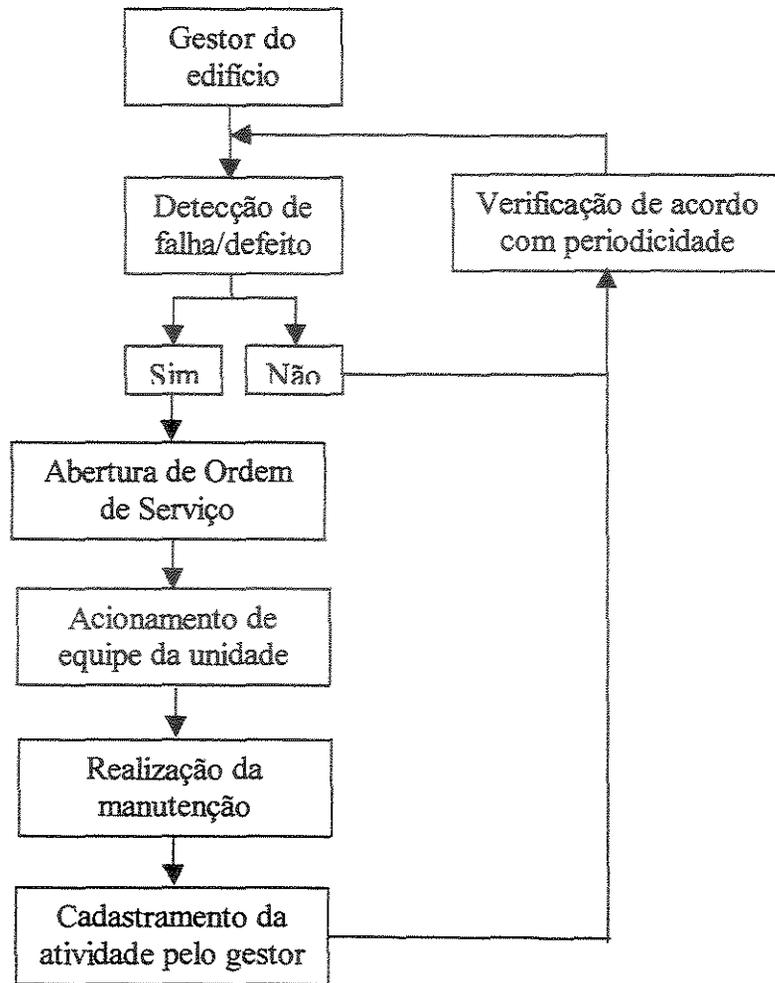


Figura 4.2: Atividades a serem realizadas para a operação do sistema de manutenção e contínua atualização do cadastro, considerando-se a manutenção descentralizada.

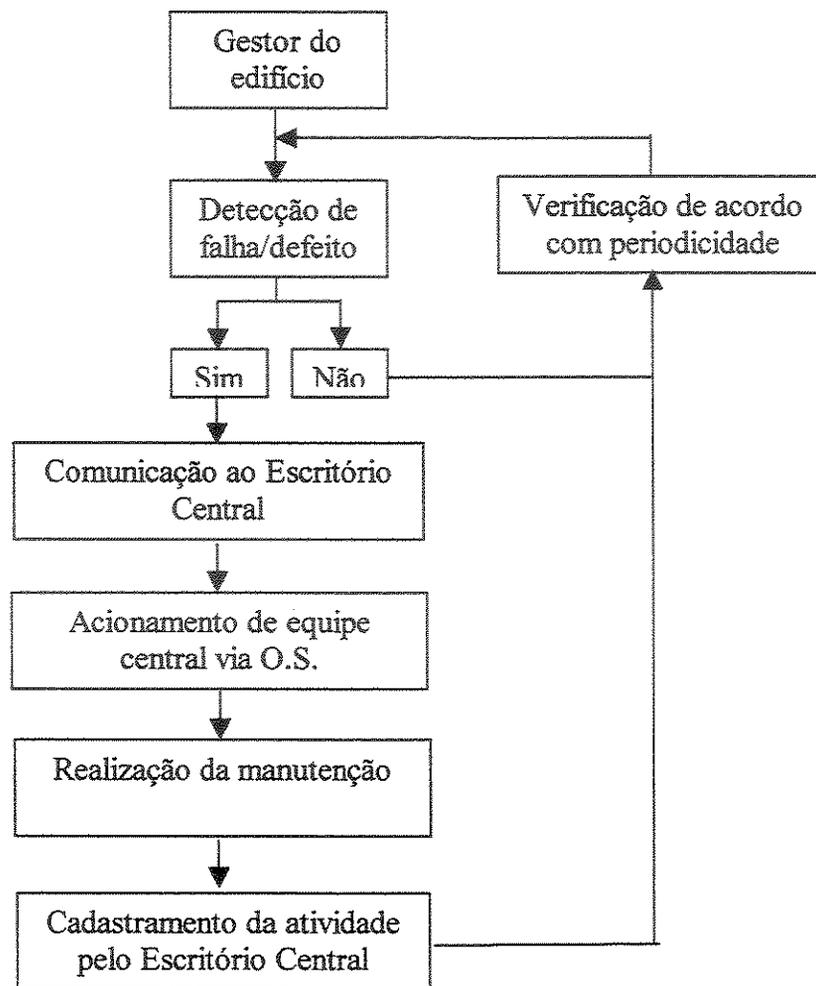


Figura 4.3: Atividades a serem realizadas para a operação do sistema de manutenção e contínua atualização do cadastro, considerando-se a manutenção centralizada.

#### 4.1 Designação do Coordenador, da Equipe de Trabalho e do Gestor do Edifício

O coordenador assume a função de coordenar as atividades, incentivar o trabalho em grupo e realizar o controle final após a execução das atividades de manutenção, além de introduzir os conceitos necessários à equipe de trabalho, gestores e encanadores.

A equipe de trabalho destina-se a dar suporte ao coordenador nas seguintes atividades: caracterização do *campus*, elaboração do manual de manutenção dos sistemas prediais de água fria e o desenvolvimento e implementação do sistema de manutenção, além de definir, juntamente com o mesmo, as formas de organização e atuação da manutenção.

Desta forma, a equipe precisa ser composta por elementos capazes de realizar estas atividades, sendo que aquele que realiza a caracterização do *campus* não necessariamente precisa se envolver com a elaboração do manual ou com o desenvolvimento do sistema, já que são atividades completamente distintas e independentes.

Propõe-se, então, que a equipe seja composta por, no mínimo, três pessoas para a caracterização do *campus* e, dependendo de sua dimensão, que este número seja aumentado para seis. Para a elaboração do manual, propõe-se, no mínimo, duas pessoas e, para o desenvolvimento e implementação do sistema, também mais duas pessoas. Portanto, considerando-se a equipe mínima para a caracterização do *campus*, considera-se que sete seria o número adequado de pessoas para compor a equipe de trabalho e desenvolver as atividades, que são descritas nos itens a seguir.

Similar à manutenção autônoma, já descrita no item 3.6.3, onde o operador de um equipamento tem maior conhecimento da ocorrência de falhas/defeitos do equipamento e de seu desempenho do que alguém que simplesmente realiza reparos no mesmo, também nos sistemas prediais é importante que haja conhecimento dos aparelhos sanitários. Neste sentido, propõe-se que em cada unidade ou edifício uma pessoa torne-se responsável pela manutenção dos aparelhos sanitários. Essa pessoa está sendo denominada de **gestor do edifício**.

No caso de edifícios vinculados à administração central (Reitoria) do *campus*, pode-se ter um gestor por edifício e não por unidade, já que a unidade pode ser composta por vários edifícios. Além disso, caso exista zelador no edifício, este pode assumir a função do gestor.

O gestor pode ser uma pessoa que já trabalha na unidade em questão, tendo sua função específica já determinada, não necessitando de exclusividade para a atividade de gestão. Vale ser

ressaltado que o gestor precisa ser sensibilizado em relação à importância da conservação de água e não necessariamente precisa ser uma pessoa com formação e conhecimentos técnicos. No caso de unidades com equipe de manutenção, o gestor pode ser um dos encanadores. As atividades de responsabilidade do gestor são descritas ao longo dos itens seguintes, sendo que a proposta é o mesmo realize determinadas tarefas (inspeções periódicas, reparos mais simples, emissão de ordens de serviço, etc.).

#### 4.2 Caracterização do *Campus* Universitário

A caracterização do *campus* consiste no levantamento dos elementos que permitam o rastreamento de cada componente e/ou sistema a ser mantido.

As seguintes informações, pelo menos, devem ser levantadas: características arquitetônicas dos edifícios (número de pavimentos, distribuição e localização dos ambientes sanitários, etc.), tipos de aparelhos sanitários e respectivas localizações, identificação do sistema hidráulico, entre outras.

Para a realização destas atividades, podem ser utilizados os cadastros documentais, ou seja, as plantas arquitetônicas e hidráulicas, croquis, etc. Usualmente, as unidades de um *campus* são autônomas, por este motivo, qualquer reforma ou construção de novos edifícios não são necessariamente documentadas pelo escritório central de obras, o que pode fazer com que o cadastro documental esteja sempre desatualizado.

Em uma consulta informal a alguns profissionais de universidades brasileiras<sup>1</sup>, foi verificado que não existe atualização do cadastro documental central nos respectivos *campi*.

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas, Universidade de São Paulo, Universidade Federal de São Carlos e Universidade do Passo Fundo.

Para que seja realizada a atualização deste cadastro, é preciso que as unidades estejam cientes de sua importância para o bom funcionamento do sistema de informação do *campus*. A correta quantificação e localização dos equipamentos/componentes a serem mantidos é uma importante informação para o dimensionamento das equipes e avaliação do sistema de manutenção face às solicitações específicas.

Caso estas informações não estejam disponíveis e/ou estejam desatualizadas, deve ser efetuado o levantamento “*in loco*”.

Esta atividade, desenvolvida por parte da equipe de trabalho, deve envolver, além do cadastramento dos aparelhos sanitários propriamente dito, a verificação do estado geral desses pontos de consumo, através de inspeção visual e realização de testes de detecção de vazamentos, a fim de se verificar quais as condições de uso e se planejar a intervenção a ser realizada posteriormente. Caso a edificação possua hidrômetro, este pode ser utilizado também para a detecção de vazamentos. A partir dos dados levantados, podem ser elaborados diagnósticos da situação dos aparelhos/equipamentos, sendo que uma das informações úteis para o planejamento da manutenção é a porcentagem de pontos com vazamentos.

Um exemplo de planilha para a identificação e localização dos pontos de consumo de água assim como uma lista dos aparelhos/equipamentos comumente encontrados nessa tipologia de edifícios, que se constituem em informações importantes para a etapa de caracterização, são apresentados nos Anexos 1 e 2, respectivamente.

Ao longo do Anexo 7 são apresentados alguns testes para a detecção de vazamentos, bem como os materiais necessários para sua realização.

A atividade de atualização do cadastro, após a implementação do sistema de manutenção, pode ser responsabilidade do **gestor do edifício**. Ao ser executada uma obra, ele comunica ao escritório central informando, no caso dos sistemas prediais de água fria, os aparelhos sanitários instalados, retirados ou substituídos por outro tipo, além de outras obras realizadas neste sistema predial.

### 4.3 Elaboração do Manual de Manutenção dos Sistemas Prediais de Água Fria

No sentido de direcionar as atividades a serem efetuadas pelo gestor dos edifícios, propõe-se a elaboração de um manual de manutenção, já que o gestor não necessariamente terá formação técnica. O manual também pode servir de orientação para os integrantes da equipe de manutenção, seja ela centralizada ou não. Portanto, o manual de manutenção deve conter informações gerais sobre os aparelhos sanitários e manutenção dos mesmos. Além disso, muitas das atividades contempladas já podem ser de conhecimento das pessoas que irão executá-las, porém nem todos as executam da melhor forma, o que pode ser padronizado através de um procedimento. Assim, os procedimentos de operação e manutenção dos sistemas prediais de água fria tendo em vista a conservação de água também devem ser documentados, através de um manual.

Propõe-se que essas informações sejam organizadas em três volumes distintos, quais sejam:

- VOLUME 1: Manutenção dos Sistemas Prediais de Água Fria – Conceitos Gerais;
- VOLUME 2: Manutenção dos Sistemas Prediais de Água Fria – Procedimentos;
- VOLUME 3: Operação e Manutenção dos Edifícios tendo em vista a Conservação de Água.

Para o direcionamento das atividades de manutenção, deve ser contemplada, no Volume 1, uma lista de verificação, a qual deve ser adaptada de acordo com cada caso, bem como a periodicidade da inspeção a ser realizada.

Um exemplo de lista de verificação para a rotina de manutenção em um *campus* universitário é apresentado na Tabela 4.2. Deve ser ressaltado que os procedimentos para estas atividades (materiais de apoio e testes de detecção de vazamentos) encontram-se ao longo do Anexo 7.

Tabela 4.2: Descrição e periodicidade das atividades de manutenção dos aparelhos sanitários.

<b>Aparelho Sanitário</b>	<b>Atividades de Manutenção</b>	<b>Periodicidade</b>
Bacia Sanitária com Válvula	Teste da caneta	1 vez por semana
	Verificação de vazamentos na válvula	1 vez por semana
Bacia Sanitária com Caixa Acoplada	Teste da caneta	1 vez por semana
	Verificação de vazamentos pela comporta	1 vez por semana
	Verificação do nível da bóia	1 vez por semana
Torneira de Lavatório Convencional ou Torneira de Pia ou Torneira de Uso Geral	Verificação de vazamentos no eixo da torneira ao abrir	1 vez por mês
	Verificação de gotejamento da torneira	1 vez por mês
Torneira Hidromecânica de Lavatório	Verificação do tempo de abertura	1 vez por mês
	Verificação da vazão	1 vez por mês
	Verificação de vazamentos no botão acionador	1 vez por mês
Válvula Hidromecânica de Mictório	Verificação do tempo de abertura	1 vez por mês
	Verificação de vazamentos na válvula de acionamento	1 vez por mês
Bebedouro	Verificação de vazamentos no botão acionador	1 vez por semana
	Verificação de vazamentos na haste	1 vez por semana
Chuveiro	Verificação de vazamentos no registro	1 vez por mês

Fonte: adaptado de PRO-ÁGUA (2002c).

Os procedimentos para a execução dos reparos devem ser citados no Volume 1 e detalhados no Volume 2, já que as duas fontes de informação poderão ser utilizadas em momentos distintos: a conceituação auxilia na sensibilização para o problema e os procedimentos serão consultados, muitas vezes, durante a execução propriamente ditas das atividades de manutenção.

Para a elaboração dos procedimentos de execução dos reparos, podem ser utilizados livros já publicados sobre este assunto, tal como GONÇALVES *et alii* (2000) e/ou realizar coletas de informações entre a própria equipe operacional envolvida.

Quanto ao manual de operação e manutenção dos edifícios tendo em vista a conservação de água, que constitui o Volume 3, considera-se que o mesmo deva ser desenvolvido de forma a possibilitar o seu emprego em campanhas de sensibilização, não só do pessoal envolvido diretamente com a manutenção dos sistemas prediais, mas também as equipes de limpeza e os usuários em geral.

#### **4.4 Desenvolvimento e Implementação do Sistema de Informação**

O sistema de informação é o meio pelo qual o escritório central de obras pode verificar a situação dos edifícios do *campus*: obras em execução, andamento das atividades de manutenção, ocorrência de defeitos/falhas, etc, e receber as ordens de serviço encaminhadas pelas unidades, órgãos e núcleos.

A implementação de um sistema que centraliza as informações independe da forma de organização da manutenção escolhida para o *campus*, já que objetiva criar um histórico das atividades de manutenção, o qual poderá ser utilizado para o planejamento futuro destas atividades.

Assim, é importante a acessibilidade ao sistema não somente pelo escritório central de obras, mas também pelos gestores dos edifícios, uma vez que estes possuem as informações necessárias para atualizar o histórico dos aparelhos sanitários.

O sistema de informação deve possibilitar o cadastramento dos dados obtidos no levantamento, bem como os aparelhos sanitários novos. Também deve conter campos para

detalhamento dos dados obtidos nas ordens de serviço (tipo de aparelho sanitário e sua localização) e tipo de atividade realizada, incluindo o material utilizado e a respectiva quantidade.

Com os ambientes sanitários codificados na ocasião do levantamento “*in loco*”, descrito no item 4.2, ao ser identificada a falha/defeito em algum aparelho sanitário, poderão ocorrer duas situações distintas, dependendo da existência de equipes de manutenção centralizada e/ou descentralizada.

Para a manutenção centralizada, ou em unidade que não conta com equipe própria de manutenção, o **gestor do edifício** precisa comunicar a equipe de manutenção do escritório central de obras, informando o tipo de aparelho e em qual ambiente sanitário estaria ocorrendo a falha/defeito. O escritório central de obras, de posse desta informação, abre uma ordem de serviço para o aparelho identificado na solicitação. Depois de executada a manutenção, o escritório central de obras pode cadastrar o tipo de atividade realizada, retroalimentando o histórico da manutenção do aparelho sanitário em questão.

No caso de manutenção descentralizada, o gestor abre uma ordem de serviço e aciona a equipe de manutenção de sua unidade. Após realizada a manutenção, o mesmo cadastraria no sistema o tipo de atividade realizada, para a atualização do histórico.

No caso de organização mista da equipe de manutenção, seria necessária a alocação de uma pessoa no escritório central de obras, responsável pelo acompanhamento do andamento das atividades de manutenção realizadas, bem como pelo cadastramento de cada intervenção no sistema de informação.

Além disso, é interessante que o sistema de informação seja capaz de: fornecer gráficos com a porcentagem de ocorrências de falhas/defeitos nos aparelhos sanitários; emitir ordens de serviços de manutenção corretiva e/ou preventiva para as equipes responsáveis, além do registro dos dados.

Para auxiliar a gestão do sistema de manutenção como um todo, as seguintes atividades devem ser também contempladas em um sistema de informação: emissão de relatórios diários com os serviços em andamento e a mão-de-obra disponível; relatórios semanais com a comparação entre o que foi programado e realizado, a situação geral dos serviços, inclusive os atrasados; relatórios mensais com os serviços executados e a utilização da mão-de-obra; informações gerais sobre o material em estoque e os utilizados; além de estatísticas, histórico de falhas (geral, por defeito e por aparelho sanitário em determinado período), tempo médio de reparos e tempo médio entre falhas (por tipo de aparelho e por aparelho sanitário), inclusive reavaliando os períodos inicialmente estimados para a manutenção preventiva; gráficos com a distribuição dos tipos de manutenção aplicados nos serviços; avaliação da mão-de-obra utilizada e disponível para realização dos serviços, permitindo o redimensionamento das equipes; e por fim, o planejamento de atividades futuras, avaliando a ocorrência de falhas/defeitos e possibilitando a previsão de manutenção.

Ao analisar os relatórios citados anteriormente, o coordenador do sistema de manutenção pode redimensionar as equipes de acordo com a quantidade de serviços e o tempo de reparo para cada uma delas.

#### **4.5 Definição da Forma de Organização da Manutenção**

Conforme apresentado anteriormente, a manutenção pode ser centralizada, descentralizada ou mista.

Na consulta informal com profissionais de universidades brasileiras, citada anteriormente, foi constatado que naqueles *campi* a manutenção é centralizada. Equipes de manutenção próprias em algumas unidades são menos freqüentes, mas em alguns locais verifica-se a forma de organização mista.

Muitas vezes, a forma de organização da manutenção é definida em função da distribuição espacial dos equipamentos/componentes. Usualmente, um *campus* universitário é composto por diferentes unidades, distribuídas em uma área relativamente grande. Então, sob este enfoque, o mais natural seria a adoção de manutenção descentralizada, ao contrário do que foi verificado na consulta realizada. Em um *campus*, apesar das unidades serem autônomas, as mesmas estão subordinadas a uma administração central (Reitoria), responsável pelo gerenciamento dos recursos orçamentários, imprescindível para o custeio das atividades de manutenção.

Assim, a definição da forma de organização da manutenção depende de outros fatores do que somente aqueles relativos à proximidade dos edifícios onde ela será desenvolvida.

Caso a manutenção seja centralizada, com uma equipe responsável por todo o *campus*, necessita-se de um número grande de pessoas dedicadas somente à manutenção dos sistemas prediais, as quais deverão dispor de meios de locomoção e de comunicação (rádio, por exemplo) para a rápida circulação e notificação de ocorrências.

Para o bom andamento dos serviços, a equipe deve levar consigo um “*kit*” básico para pequenos consertos, cuja composição mínima pode ser encontrada no Anexo 3.

Além disso, para que as unidades do *campus* possam acionar a equipe de manutenção central, necessita-se de um sistema de informação, conforme descrito no item anterior.

A existência do **gestor do edifício** neste caso assume grande importância: ao detectar qualquer falha, ele comunica o escritório central de obras de sua ocorrência, preferencialmente via um sistema de informação documentado rápido e eficiente.

Desta forma, será possível o acompanhamento da ordem de serviço pelo escritório de obras e, posteriormente o registro da mesma, criando-se um histórico das manutenções realizadas em determinada unidade.

Resumidamente, as vantagens do emprego de uma equipe de manutenção centralizada nesta tipologia de edificação são as seguintes:

- possibilidade de controle e histórico da manutenção em qualquer ponto do *campus*;
- experiência/conhecimento do *campus* pela equipe central;
- menor custo na aquisição de materiais, já que a quantidade adquirida deverá ser maior (almoxarifado central);
- implementação de um sistema único de informação, onde cada unidade poderá acessar seu histórico.

Por outro lado, podem ser citadas as seguintes desvantagens da adoção de uma equipe centralizada:

- grande número de atividades a serem desenvolvidas, o que será mais ou menos crítico em função do número de pessoas que compõem a equipe e do número de edifícios a serem atendidos;
- aquisição mais lenta de materiais, já que, com uma quantidade maior, é necessária a realização de editais de compra, que demandam grandes períodos de tempo.

Por sua vez, com a adoção de manutenção descentralizada, com equipes responsáveis somente pela unidade que dela fazem em parte, necessita-se de poucas pessoas para suprir as necessidades da unidade, seja ela do tamanho que for.

A exemplo da equipe de manutenção centralizada, a descentralizada também deve possuir o “*kit*” emergencial, com o mesmo tipo de material, porém em quantidades menores.

Neste caso, o gestor do edifício seria responsável somente pelo cadastro da atividade realizada no sistema de informação de sua unidade.

As vantagens da adoção de equipe de manutenção descentralizada nas diferentes unidades de um *campus* universitário são:

- menor quantidade de atividades de manutenção sob responsabilidade de cada equipe;
- controle e histórico das atividades de manutenção apenas da unidade;
- experiência/conhecimento da unidade;
- equipe de manutenção pequena e não necessariamente dedicada somente a esta atividade.

Como desvantagens podem ser citadas:

- aquisição de material dependerá de verba da unidade, o que pode dificultar o processo, caso os recursos não estejam disponíveis;
- inexistência de um banco de dados geral do *campus*;
- possibilidade de ociosidade da equipe de manutenção, o que será mais ou menos intenso em função das demais atividades por ela executadas.

Considera-se, para a tipologia em estudo, que a melhor forma consiste na **organização mista** da manutenção, com a designação dos **gestores dos edifícios**, os quais não precisam ser, conforme já citado, técnicos, pois assumirão a função de realizar atividades de manutenção preventiva, executar pequenos reparos e encaminhar solicitações de serviços mais complexos à equipe central, entre outras atividades.

Assim, a responsabilidade que se pretende atribuir ao gestor é similar à dada para o operador o qual realiza diretamente pequenos reparos na máquina que sempre utiliza, ou seja, a manutenção autônoma citada no capítulo anterior.

As atividades realizadas pelo operador na manutenção autônoma são, entre outras, inspeções periódicas e pequenos reparos nas máquinas. Quando é detectado um problema maior ou mais específico, como troca de peças na máquina, o operador aciona a equipe central. De maneira similar, propõe-se que o gestor aja dessa forma no caso das falhas/defeitos dos sistemas prediais de água fria.

#### 4.6 Definição da Forma de Atuação da Manutenção

Conforme já citado no item 3.6.1.2, a manutenção pode ser dividida, basicamente, em três formas de atuação: corretiva, preventiva ou preditiva.

Considerando-se a fase de implementação de um sistema de manutenção, podem ser definidos estágios evolutivos da forma de atuação da manutenção, quais sejam:

- a. somente corretiva;
- b. inicialmente corretiva e posteriormente preditiva;
- c. inicialmente corretiva e posteriormente preventiva;
- d. inicialmente corretiva, posteriormente preditiva e, após a formação de um histórico dos aparelhos sanitários, preventiva.

No caso da atividade de manutenção ser somente corretiva (a), a equipe de manutenção somente será acionada quando ocorrer algum tipo de falha nos aparelhos sanitários seja ela centralizada ou descentralizada. Então, a equipe de manutenção efetuará as correções necessárias, dispensando a inspeção periódica.

A forma de atuação (b) consiste na correção dos vazamentos encontrados no levantamento citado no item 4.2, para que todo o sistema predial de água fria esteja em bom estado de funcionamento. Após esta etapa, pode ser iniciada a manutenção preditiva, a qual prevê o monitoramento durante o funcionamento do equipamento. Desta forma, o **gestor do edifício** poderia efetuar inspeções periódicas para verificação da ocorrência de vazamentos, possibilitando a execução de reparos nos aparelhos sanitários na iminência dos defeitos/falhas.

A terceira opção de forma de atuação da manutenção (c) sugere que inicialmente sejam corrigidos todos os vazamentos, e após as correções, poderia ser aplicada a manutenção preventiva, a qual prevê a substituição de componentes internos aos equipamentos com

determinada periodicidade. Neste caso, independentemente da ocorrência de falhas, as substituições são efetuadas.

E, por fim, a última opção (d) sugere a correção dos vazamentos encontrados, em seguida a aplicação da manutenção preditiva, monitorando o funcionamento dos aparelhos sanitários. Após um determinado período de tempo, com a criação de um histórico, onde seria possível identificar a periodicidade da ocorrência de alguns tipos de falhas/defeitos nos aparelhos sanitários, poderia ser aplicada a manutenção preventiva. Vale ser ressaltado que cabe uma análise detalhada e cuidadosa do histórico das falhas/defeitos, já que em um mesmo tipo de aparelho sanitário, podem ocorrer vários tipos de falhas/defeitos, inclusive ao mesmo tempo. Considera-se que esta seja a forma de atuação mais adequada, não só para um *campus*, mas também para outras tipologias de edificação.

É interessante a execução da manutenção corretiva como forma de atuação inicial, para que seja possível a observação do período de ocorrência dos próximos defeitos/falhas, mas nada impede que não haja a manutenção corretiva antes da implementação do sistema. De acordo com a bibliografia consultada, a melhor opção seria efetuar a manutenção corretiva em todos os pontos de consumo de água, e na seqüência, a execução de manutenção preditiva, já que esta prevê reparos na iminência dos defeitos/falhas; já a manutenção preventiva, independente da ocorrência dos defeitos/falhas, prevê a execução dos reparos, aumentando os gastos com esta atividade, conforme já citado.

#### **4.7 Treinamento dos Gestores dos Edifícios e da Mão-de-Obra Especializada**

Conforme citado no item 4.1, o gestor não precisa ser uma pessoa com conhecimentos e formação técnicos. Tal como o operador de uma máquina industrial que aplica a manutenção autônoma, inspecionando periodicamente o funcionamento da mesma, o gestor do edifício teria a função de executar as seguintes atividades: efetuar inspeções periódicas, realizar pequenos reparos, encaminhar relatório com serviços realizados pela própria unidade para alimentar o

histórico dos aparelhos sanitários, e encaminhar solicitações de serviços mais complexos à equipe central, quando for o caso.

Para a realização destas atividades, o gestor pode utilizar uma lista de verificação como a apresentada na Tabela 4.2, voltada para a detecção de vazamentos no sistema predial de água fria.

Uma vez realizada a verificação de possíveis vazamentos, o gestor encaminha o serviço a ser executado, seja para a equipe de manutenção da unidade, equipe central do *campus* ou terceirização do serviço. Um exemplo de uma ordem de serviço, com a descrição do tipo de defeito encontrado e a localização do ambiente sanitário, que o gestor pode utilizar para o encaminhamento do serviço, é apresentado no Anexo 4. Após a execução dos reparos, o gestor cadastra, no sistema de informação, a descrição desta atividade, bem como os materiais utilizados para a atualização do cadastro geral.

O gestor deve ser treinado para a execução das atividades citadas, e também sensibilizado de sua importância no processo. Para as unidades com equipe de manutenção, além do gestor, os encanadores da equipe devem ser treinados.

No treinamento, além de dados relativos à escassez de água, poluição dos mananciais, magnitude das perdas por vazamentos e desperdícios, devem ser abordados os seguintes tópicos: funcionamento dos aparelhos sanitários, os métodos de detecção de vazamentos e periodicidade dos diagnósticos, bem como a forma de corrigir estes vazamentos. Também deve ser contemplado o funcionamento do sistema de informação, para que possibilite ao gestor a realização das atualizações de histórico necessárias. Além disso, no treinamento deve ser aplicado um questionário de avaliação, de forma a evidenciar necessidades ainda não contempladas.

#### **4.8 Realização da Manutenção Corretiva Inicial**

A manutenção corretiva inicial consiste na correção dos vazamentos nos pontos de consumo de água. Conforme ressaltado anteriormente, para que um sistema de manutenção seja implementado, é importante que o sistema predial de água fria esteja sem vazamentos, porém, isto não é imprescindível. É sugerida a correção dos vazamentos em locais que não contam com uma rotina de manutenção, pois provavelmente muitos dos pontos de consumo de água irão apresentar vazamentos.

Inicialmente, deve ser realizada a manutenção corretiva nos aparelhos sanitários que apresentaram falha/defeito na ocasião do levantamento dos pontos de consumo de água para a eliminação de todos os vazamentos. Quaisquer atividades executadas precisam ser realizadas por profissional devidamente treinado e detalhadamente anotadas para o posterior cadastro no sistema de informação.

Na Tabela 4.3 são apresentados os defeitos/falhas mais freqüentes nos principais aparelhos sanitários e o tipo de intervenção que poderia ser executada. No caso dos bebedouros, ao ser encontrado qualquer tipo de defeito/falha, a assistência técnica do fabricante do aparelho deve ser acionada para a execução dos reparos necessários.

Tabela 4.3: Defeitos/falhas por aparelho sanitário e intervenções necessárias.

<b>Aparelho Sanitário</b>	<b>Defeitos/Falhas Encontrados</b>	<b>Intervenção</b>
Bacia Sanitária com Válvula	Filetes	Limpeza do pistão e registro interno da válvula
	Vazamento na válvula	Troca do <i>kit</i> de reparo
	Válvula danificada	Troca do <i>kit</i> de reparo
Bacia Sanitária com Caixa Acoplada	Vazamento pelo extravasor	Regulagem da bóia
	Vazamento pela comporta	Limpeza ou troca da comporta ou troca do cordão de acionamento
	Bóia danificada	Troca do conjunto de bóia
Torneira de Lavatório Convencional	Vedante danificado	Troca do vedante
	Vazamentos pela haste da torneira	Aperto e aplicação de veda-rosca na haste
	Torneira danificada	Troca da haste ou eixo
	Gotejamento	Limpeza ou troca do vedante
Torneira de Pia ou Torneira de Uso Geral	Vedante danificado	Troca do vedante
	Vazamentos pela haste da torneira	Aperto e aplicação de veda-rosca na haste
	Torneira danificada	Troca da haste ou eixo
	Gotejamento	Limpeza ou troca do vedante
Torneiras Hidromecânicas de Lavatório ou Mictório	Tempo de abertura inadequado ( $12 < t < 8$ segundos)	Ajuste do tempo de acordo com o modelo da torneira
	Vazão inadequada ( $0,08 < v < 0,05$ l/seg)	Ajuste da vazão de acordo com o modelo da torneira
	Vazamentos no botão acionador	Troca do pistão
	Botão acionador trava ao acionar	Limpeza do eixo da torneira
	Problema no regulador de vazão	Limpeza do filtro interno
Chuveiro	Vazamentos no registro	Aplicação de veda-rosca na haste

Fonte: adaptado de PRO-ÁGUA (2002c).

Após a manutenção corretiva nos aparelhos sanitários, pode ser aplicada a manutenção preditiva, seguindo o que já foi descrito no item 4.6. Em ambos os casos, é importante que as atividades executadas sejam cadastradas no sistema de informação.

Conforme já citado, a manutenção preditiva prevê o monitoramento durante o funcionamento do equipamento, executando reparos na iminência das falhas/defeitos. Após realizado o reparo, ao ser cadastrado o tipo de defeito/falha encontrado, é possível elaborar um histórico com as periodicidades destes defeitos/falhas. Já a manutenção preventiva prevê a substituição dos componentes em períodos pré-determinados pelo fabricante, independente da ocorrência das falhas/defeitos, inclusive quando não estiverem ocorrendo sinais de sua iminência. Desta forma, ocorrem gastos desnecessários.

Depois de elaborado o histórico com a periodicidade das ocorrências de falhas/defeitos, é possível verificar a real periodicidade das ocorrências para cada tipo de utilização, a que estarão submetidos os aparelhos sanitários. Assim, a manutenção preventiva poderia ser aplicada, sendo realizada em um momento próximo da falha dos aparelhos sanitários, evitando reposições e gastos desnecessários.

#### **4.9 Operação do Sistema de Manutenção com a Contínua Atualização do Cadastro**

A operação do sistema de manutenção se dará naturalmente, com a aplicação das etapas anteriormente descritas neste capítulo. Assim, após realizada a manutenção corretiva inicial, o gestor pode iniciar o histórico dos aparelhos sanitários, cadastrando no sistema de informação o tipo das intervenções realizadas em cada aparelho sanitário nesta etapa.

Nas demais atividades de manutenção, sejam elas de natureza preventiva, preditiva ou até mesmo a corretiva não prevista, o gestor deve proceder da mesma forma, conforme já descrito no item 4.7: abertura de ordem de serviço, acionamento da equipe para realização da manutenção, e cadastramento do tipo de atividade realizada.

Deste modo, o gestor pode aplicar a lista de verificação apresentada na Tabela 4.1, nas periodicidades indicadas. Ao detectar um vazamento nesta inspeção, o gestor pode preencher a ordem de serviço, cujo exemplo é apresentado no Anexo 4, e encaminhá-la à equipe responsável (central ou da unidade). Após a correção dos vazamentos, o gestor preenche o complemento da ordem de serviço, descrevendo o tipo de intervenção realizada e o componente substituído, cadastrando no sistema as informações de todo o procedimento ocorrido.

A atualização do cadastro documental também ocorrerá naturalmente, já que o gestor é a pessoa responsável em cada unidade e/ou órgão a executar esta atividade. Assim, quando da execução de qualquer reforma ou construção em sua área de atuação, o gestor deve se reportar ao escritório central, efetuando a atualização do cadastro. Esta reportagem ao escritório central pode ser realizada via *croqui*, planta arquitetônica ou por meio da planilha de levantamento.

#### **4.10 Estudo de Caso: O *Campus* da Universidade Estadual de Campinas**

As etapas propostas para a implementação de um sistema de manutenção em *campus* universitário, com ênfase em conservação de água, apresentadas ao longo deste capítulo, foram realizadas na Cidade Universitária Zeferino Vaz, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), constituindo-se no estudo de caso apresentado na seqüência.

Para uma melhor ilustração das etapas, foi adaptada a mesma itemização utilizada para a apresentação das mesmas, no início deste capítulo.

Conforme ressaltado anteriormente, a idéia da implementação de um sistema de manutenção, para o caso dos sistemas prediais de água fria do *campus* da UNICAMP surgiu da necessidade de estabilização dos índices de economia obtidos com as atividades do Programa de Conservação de Água (PRO-ÁGUA/UNICAMP), implementado em maio de 1999.

O PRO-ÁGUA/UNICAMP foi desenvolvido sob a coordenação de uma docente da Faculdade de Engenharia Civil (FEC) e por uma equipe de alunos (de graduação e de pós-graduação) daquela unidade, em parceria com a Prefeitura e com o Escritório Técnico de Obras (ESTEC) do *campus*.

Assim, algumas das etapas a serem desenvolvidas para a implementação do sistema proposto foram realizadas, neste caso particular, por essa equipe da FEC, assim, como a coordenação de muitas dessas atividades.

#### **4.10.1 Designação do Coordenador, da Equipe de Trabalho e do Gestor do Edifício**

A coordenação da implementação do programa de manutenção foi assumida em conjunto pela Coordenadora do PRO-ÁGUA e pelo Diretor do ESTEC.

A equipe de trabalho foi composta, além dos coordenadores, por sete alunos da FEC/UNICAMP, os quais desenvolvem as atividades de caracterização do *campus* e elaboração do manual de manutenção, que serão comentadas na seqüência.

Como uma das atividades preparatórias para a designação dos gestores dos edifícios, foi realizado um seminário de sensibilização, destinado a todas unidades e núcleos/órgãos. O objetivo da realização deste seminário foi divulgar o programa de conservação de água e ressaltar para os diretores a necessidade da existência do **gestor do edifício**, além de já identificar a pessoa com o perfil mais adequado para esta função em cada unidade, núcleo ou órgão.

O seminário, intitulado “PRO-ÁGUA – Programa de Conservação de Água da UNICAMP: Estágio Atual e Perspectivas” consistiu na realização de um ciclo de palestras, as quais foram divididas por assuntos: As Patologias do Sistema Predial de Água Fria e o Consumo de Água; Sistema de Telemedição; Impacto da Instalação de Equipamentos Economizadores; Avaliação do Desempenho dos Componentes Economizadores pelos Usuários; e Perspectivas

Futuras para o Programa de Conservação de Água: Usos Específicos e Gestão dos Sistemas Prediais.

Após dois meses da realização do seminário, foi solicitada a designação de dois gestores (um titular e um suplente) para a participação no treinamento e posterior inspeção do edifício, atividade esta que será detalhada no item 4.9.7.

#### **4.10.2 Caracterização dos Edifícios Localizados no *Campus* da Universidade Estadual de Campinas**

A UNICAMP conta com três *campi*, localizados nas cidades de Campinas, Piracicaba e Limeira, sendo que apenas o primeiro foi contemplado neste estudo. O *campus* de Campinas está localizado no distrito de Barão Geraldo, na cidade de Campinas.

Denominado “Cidade Universitária Zeferino Vaz”, sua extensão é de 2.447.097 m<sup>2</sup>. Possui cerca de 228 edifícios, os quais podem ser classificados, de acordo com o tipo de atividade neles desenvolvida, em:

- edifícios administrativos – 15,1%;
- edifícios de salas de aula – 16%;
- edifícios de salas de aula e de laboratórios – 47%;
- edifícios hospitalares – 7,3%; e
- edifícios especiais (aqueles não contemplados nas tipologias anteriores) – 14,6%.

Os edifícios estão agrupados em unidades de ensino e pesquisa e em núcleos/órgãos. As Unidades de Ensino e Pesquisa são compostas por um ou mais edifícios onde são realizadas atividades de áreas afins (área de conhecimento).

A caracterização do *campus*, efetuada até o presente momento, se refere ao cadastramento de todos os pontos de consumo de água fria e atualização das plantas arquitetônicas de todos edifícios, apenas no que se refere aos ambientes que possuem pontos de consumo de água.

O levantamento foi realizado individualmente por unidade ou núcleo/órgão, onde a equipe do PRO-ÁGUA teve acesso a cada edifício e, tendo em mãos a planta arquitetônica, enumerou e cadastrou cada ambiente e os pontos de consumo de água neles existentes. Com o cadastramento, objetivou-se identificar cada ponto/equipamento passível de manutenção. Uma planilha preenchida com os dados levantados em campo é apresentada no Anexo 5.

Os resultados da caracterização dos edifícios localizados no *campus*, no que se refere aos pontos de consumo de água podem ser visualizados na Tabela 4.4.

Tabela 4.4: Análise Descritiva dos Edifícios do *Campus*<sup>2</sup>

Unidade/sigla	Pop. Fixa	Pontos de Consumo								Nº de Edifícios
		LAV	MIC	BSC <sub>x</sub>	BSV	PIA	TUG	BD	CH	
Administração/ESTEC	44	49	8	4	42	14	43	5	12	1
ADUNICAMP	17	13	5	16	0	4	10	0	4	4
Almoxarifado Central	7	4	0	6	0	1	6	2	2	1
APA	el	35	2	12	2	17	8	3	0	1
Arquivo Central	21	9	0	1	6	1	4	0	2	1
BC	102	46	12	26	24	9	17	6	3	1
Biologia	381	209	56	32	81	376	252	18	21	12
CAISM	1056	193	7	119	1	200	97	25	65	6
CBMeg	13	12	0	18	0	41	7	2	2	1
CCUEC	195	30	15	33	0	5	26	11	4	2
CECOM	263	46	2	12	4	39	11	4	1	1
CEL	36	8	2	6	0	1	6	2	2	1

Nota: LAV- Lavatório; MIC- Mictório; BSC<sub>x</sub>- Bacia Sanitária com Caixa de Descarga Acoplada; BSV- Bacia Sanitária com Válvula de Descarga; PIA- Torneira de Pia; TUG- Torneira de Uso Geral; BD- Bebedouro; CH- Chuveiro; el- em levantamento no momento da redação deste trabalho.

<sup>2</sup> A descrição apresentada não contempla o Hospital das Clínicas/UNICAMP.

Tabela 4.4: Análise Descritiva dos Edifícios do *Campus* (continuação)

Unidade/sigla	Pop. Fixa	Pontos de Consumo								N° de Edifícios
		LAV	MIC	BSC <sub>x</sub>	BSV	PIA	TUG	BD	CH	
CEL-laborat.	18	8	2	8	0	1	7	2	0	1
CEMEQ	98	10	5	6	0	2	8	2	2	1
Central Telefônica	13	2	0	0	2	1	4	1	0	1
Centro de Comunicação	46	7	2	10	0	7	6	2	4	1
Centro de Tecnologia	23	19	5	11	10	14	28	6	7	3
CEPRE	44	41	0	0	13	3	9	1	1	1
Ciclo Básico I	54	57	14	0	60	7	38	6	3	3
Ciclo Básico II	07	85	32	0	72	7	4	6	4	1
CIPED	40	22	6	0	22	14	6	1	2	1
CIPOI	42	24	3	9	0	19	9	2	1	1
CONVEST	44	8	2	6	0	1	10	3	2	1
CRECHE/FEA	32	12	0	0	10	8	17	0	20	4
DAC/CLE	18	8	2	4	0	2	7	2	0	1
DCE	14	1	0	1	0	1	0	1	0	1
DGA-sub-área-marcenaria	9	4	1	1	4	1	3	0	1	1
DGA-sub-área-transportes	35	7	2	7	0	3	3	1	4	1
DR. FOOD	el	4	3	0	7	0	2	0	0	1
EB-LED-FEE	107	41	13	0	36	8	18	4	5	1
Economia	79	62	7	38	18	3	29	9	2	2
Editora	6	4	0	5	2	1	7	0	2	1
Embrapa	120	34	15	36	0	3	22	7	0	1
Enfermagem	50	14	4	0	15	3	3	3	3	1
Escola Sérgio Porto	17	10	2	0	18	7	18	2	1	1
FCM-1	62	8	2	4	0	9	4	2	0	1
FCM-2	13	8	2	4	0	64	27	2	0	1
FCM-3	52	7	2	4	0	3	4	2	0	1
FCM-sala de aula	10	10	4	0	10	2	1	2	0	1
FE	161	40	8	25	0	6	18	7	3	3

Nota: LAV- Lavatório; MIC- Mictório; BSC<sub>x</sub>- Bacia Sanitária com Caixa de Descarga Acoplada; BSV- Bacia Sanitária com Válvula de Descarga; PIA- Torneira de Pia; TUG- Torneira de Uso Geral; BD- Bebedouro; CH- Chuveiro; el- em levantamento no momento da redação deste trabalho.

Tabela 4.4: Análise Descritiva dos Edifícios do *Campus* (continuação)

Unidade/sigla	Pop. Fixa	Pontos de Consumo								Nº de Edifícios
		LAV	MIC	BSC <sub>x</sub>	BSV	PIA	TUG	BD	CH	
FEA	199	56	8	15	42	152	638	8	9	12
FEAGRI	100	39	13	18	14	41	64	8	14	11
FEC	124	65	17	61	0	29	40	10	2	5
FEEC	62	109	25	4	94	5	33	22	4	7
FEF	117	47	7	21	19	8	39	7	52	5
FEM	198	91	29	110	1	59	133	18	15	11
FEQ	62	30	12	22	7	58	74	3	6	7
Gastrocentro	51	54	7	29	28	55	61	3	4	1
Genética	150	16	4	1	8	26	17	1	4	3
Ginásio Multidisciplinar	25	94	26	75	0	6	21	7	31	1
Gráfica Central	19	11	6	14	0	7	10	2	12	1
Hemocentro	335	65	8	30	25	78	30	9	15	4
IA	195	66	15	34	17	14	77	10	44	5
IC	64	22	6	10	13	1	17	1	3	3
IEL	138	63	15	18	29	4	28	11	6	9
IFCH	190	37	6	5	36	0	24	10	3	5
IFGW	291	118	48	24	83	111	136	15	30	14
IG	52	26	9	18	14	18	19	3	3	7
IMECC	210	73	18	69	0	10	49	17	4	2
IQ	174	103	33	25	65	142	1113	26	14	12
Marcenaria	33	7	7	7	0	2	13	4	25	1
Medicina Experimental	11	12	0	6	8	80	11	2	2	5
Medicina Legal	40	10	2	0	3	14	8	2	1	1
NEPP/NEPO/CEDE	28	14	4	14	0	4	13	1	2	4
NUDECRI	36	4	0	4	0	3	2	0	2	3
Parque Ecológico	54	11	5	1	2	2	11	1	23	3

Nota: LAV- Lavatório; MIC- Mictório; BSC<sub>x</sub>- Bacia Sanitária com Caixa de Descarga Acoplada; BSV- Bacia Sanitária com Válvula de Descarga; PIA- Torneira de Pia; TUG- Torneira de Uso Geral; BD- Bebedouro; CH- Chuveiro; el- em levantamento no momento da redação deste trabalho.

Tabela 4.4: Análise Descritiva dos Edifícios do *Campus* (continuação)

Unidade	Pop. Fixa	Pontos de Consumo								Nº de Edifícios
		LAV	MIC	BSC <sub>x</sub>	BSV	PIA	TUG	BD	CH	
Pré-Escola/CECI	53	28	3	61	1	16	124	1	13	2
PRODECAD	63	42	1	37	0	12	45	13	13	4
Reitoria I	77	21	8	8	7	3	4	2	0	1
Reitoria II	77	8	2	4	0	4	5	1	0	1
Reitoria III	60	10	2	6	0	7	5	1	0	1
Reitoria IV	77	10	2	8	0	5	5	2	0	1
Reitoria V	86	9	2	9	0	5	6	0	0	1
Reitoria Principal	143	21	4	12	8	1	3	1	3	1
Restaurante II	91	38	18	0	17	2	36	5	11	1
Triagem Feminina	el	31	2	20	0	6	16	3	8	1
Unibanda	7	2	0	2	0	0	1	1	0	1
Vestiário do ESTEC	32	4	1	3	3	1	10	2	9	1
TOTAL	--	2678	622	1269	1003	1899	3740	387	572	--

Nota: LAV- Lavatório; MIC- Mictório; BSC<sub>x</sub>- Bacia Sanitária com Caixa de Descarga Acoplada; BSV- Bacia Sanitária com Válvula de Descarga; PIA- Torneira de Pia; TUG- Torneira de Uso Geral; BD- Bebedouro; CH- Chuveiro; el- em levantamento no momento da redação deste trabalho.

Da análise da Tabela 4.4, verifica-se que:

- o aparelho de maior ocorrência no *campus*, em torno de 31% do total, é a torneira de uso geral, que contempla as torneiras de lavagem, de tanque e de jardim;
- a segunda maior ocorrência é de lavatórios (22%);
- existem 1269 bacias sanitárias com caixa de descarga acoplada e 1003 com válvula, na proporção de 10,4% e 8,2% do total de aparelhos, respectivamente;
- é grande o número de torneiras de pia (15,6% do total de aparelhos), sendo que a maioria delas encontra-se nos laboratórios.

Simultaneamente ao levantamento dos pontos de consumo de água, foram verificadas as condições de uso dos aparelhos sanitários e a ocorrência de vazamentos.

Os dados obtidos foram agrupados de acordo com o tipo de aparelho e tipo de defeito apresentado, conforme apresentado na Tabela 4.5, o que permite a identificação das principais patologias dos aparelhos sanitários do *campus*.

Tabela 4.5: Principais patologias encontradas nos diferentes aparelhos sanitários – todas unidades e órgãos.

Aparelho	Defeito	Porcentagem com defeitos (%)	n° de aparelhos com defeito	n° total de aparelhos
LAV	Vaza no eixo do registro ao abrir	29,8	215	2678
	vedante com problemas	61,4		
	flexível mau ajustado	2,3		
	sifão danificado	6,5		
MIC	registro danificado	78,3	83	622
	flexível danificado	18,1		
	sifão danificado	3,6		
BSCx	filetes	96,0	397	1269
	vazamentos maiores	4,0		
BSV	válvula “disparada”	2,7	257	1003
	pequenos filetes	84,4		
	vazamentos maiores	12,8		
PIA	Vaza no eixo do registro ao abrir	24,4	86	1899
	vedante com problemas	68,6		
	sifão danificado	7,0		
TUG	pequenos ajustes	36,0	125	3740
	vedante com problemas	64,0		
BEBEDOURO	vaza no botão de acionamento	55,6	9	387
	não fechamento do botão após o uso	11,1		
	vaza no flexível	22,2		
	gotejando	11,1		
CHUVEIRO	vaza no registro	100,0	14	572

Da análise da Tabela 4.5, verifica-se que:

- A incidência de defeitos é praticamente a mesma para cada um dos tipos de aparelho analisados; por exemplo, nos lavatórios foram encontrados 1,8% dos defeitos, nas bacias sanitárias com caixa de descarga acoplada, 3,3% dos defeitos, nas bacias sanitárias com válvula, 2,1% dos defeitos e nas torneiras de uso geral, 1% dos defeitos;
- o defeito de maior ocorrência foi detectado nos vedantes das torneiras, tanto nos lavatórios (61,4% dos defeitos), quanto nas pias (68,6% dos defeitos) e nas torneiras de uso geral (64% dos defeitos);
- Nos mictórios, a maior incidência é de registros danificados, com cerca de 78,3% dos defeitos encontrados.

As informações levantadas foram disponibilizadas para as unidades através de relatórios de intervenções, sendo um exemplo apresentado no Anexo 6. A Figura 4.4 apresenta um exemplo de planta arquitetônica atualizada a partir do levantamento realizado, informação também contida no relatório de intervenção.

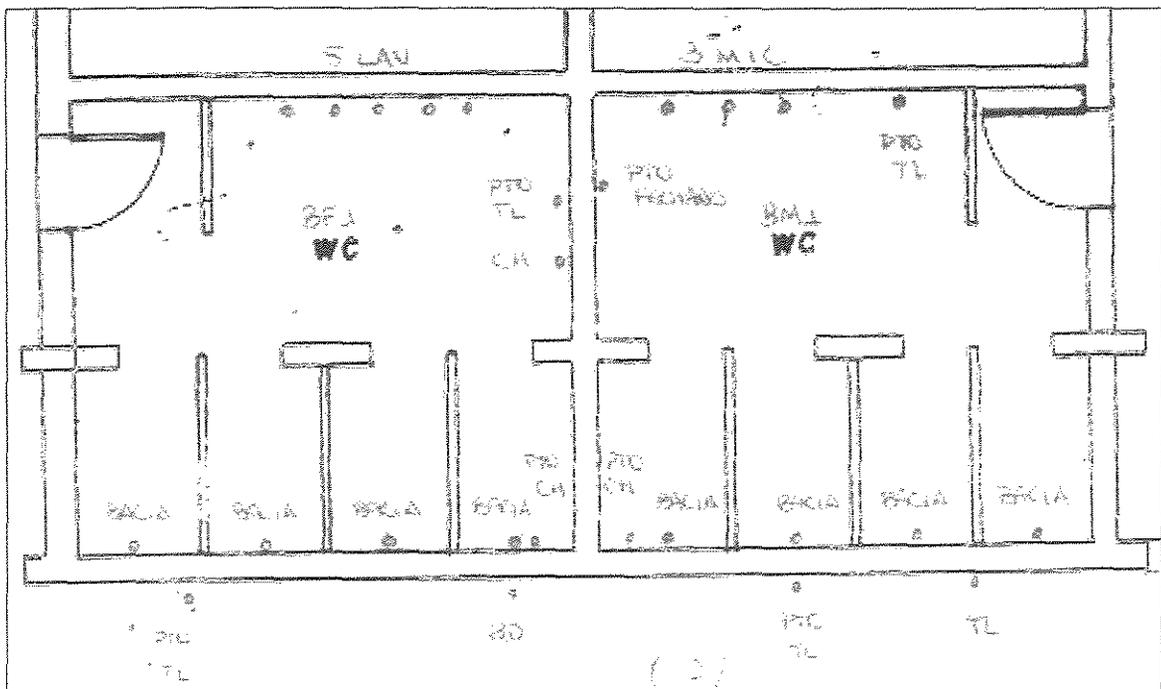


Figura 4.4: Planta arquitetônica atualizada de edificação localizada na UNICAMP.

Na Figura 4.5 são apresentados, a título de informação, os resultados do diagnóstico realizado em algumas unidades, relativo ao estado geral dos pontos de consumo.

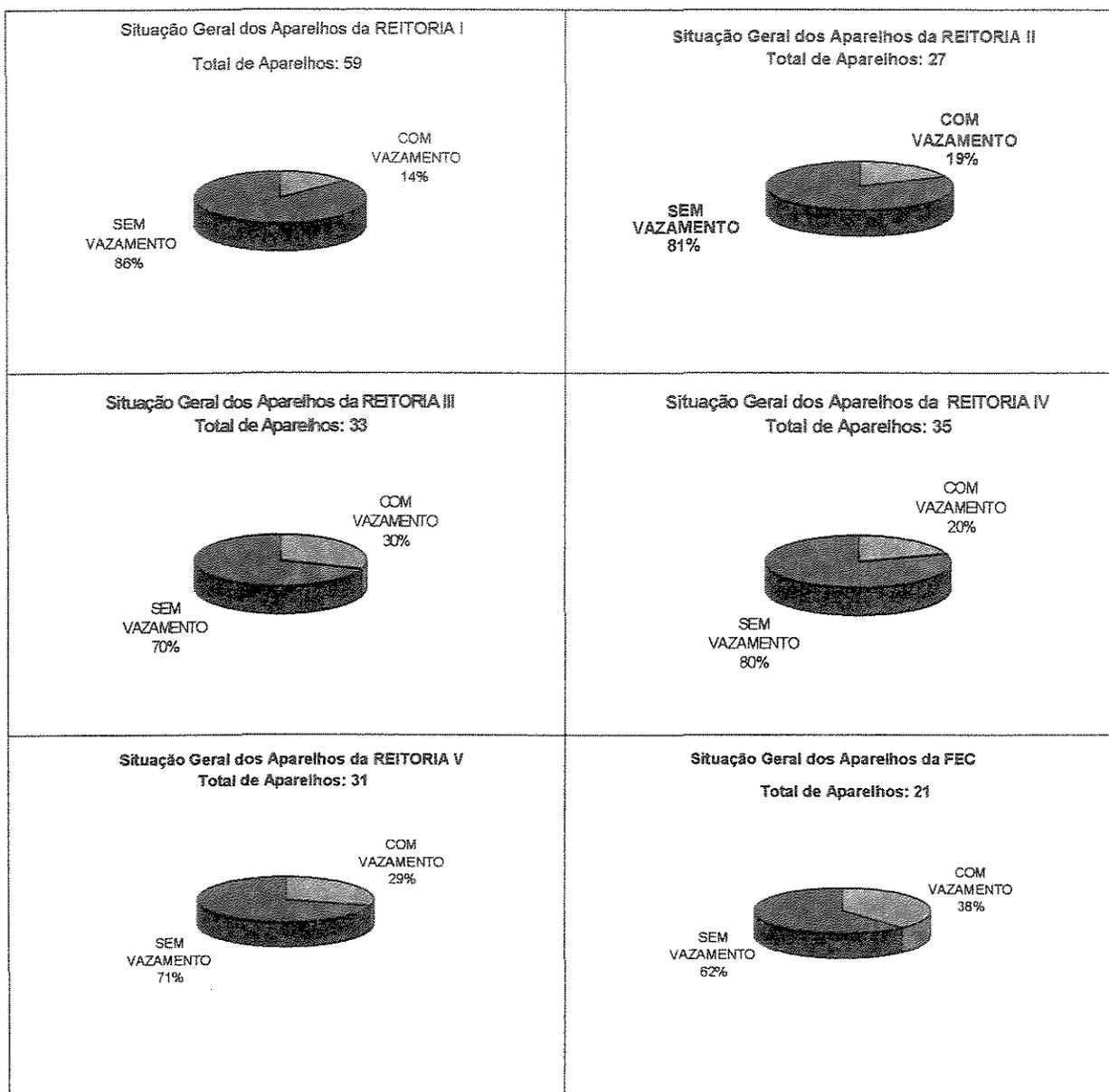


Figura 4.5: Índices de vazamentos por edifício.

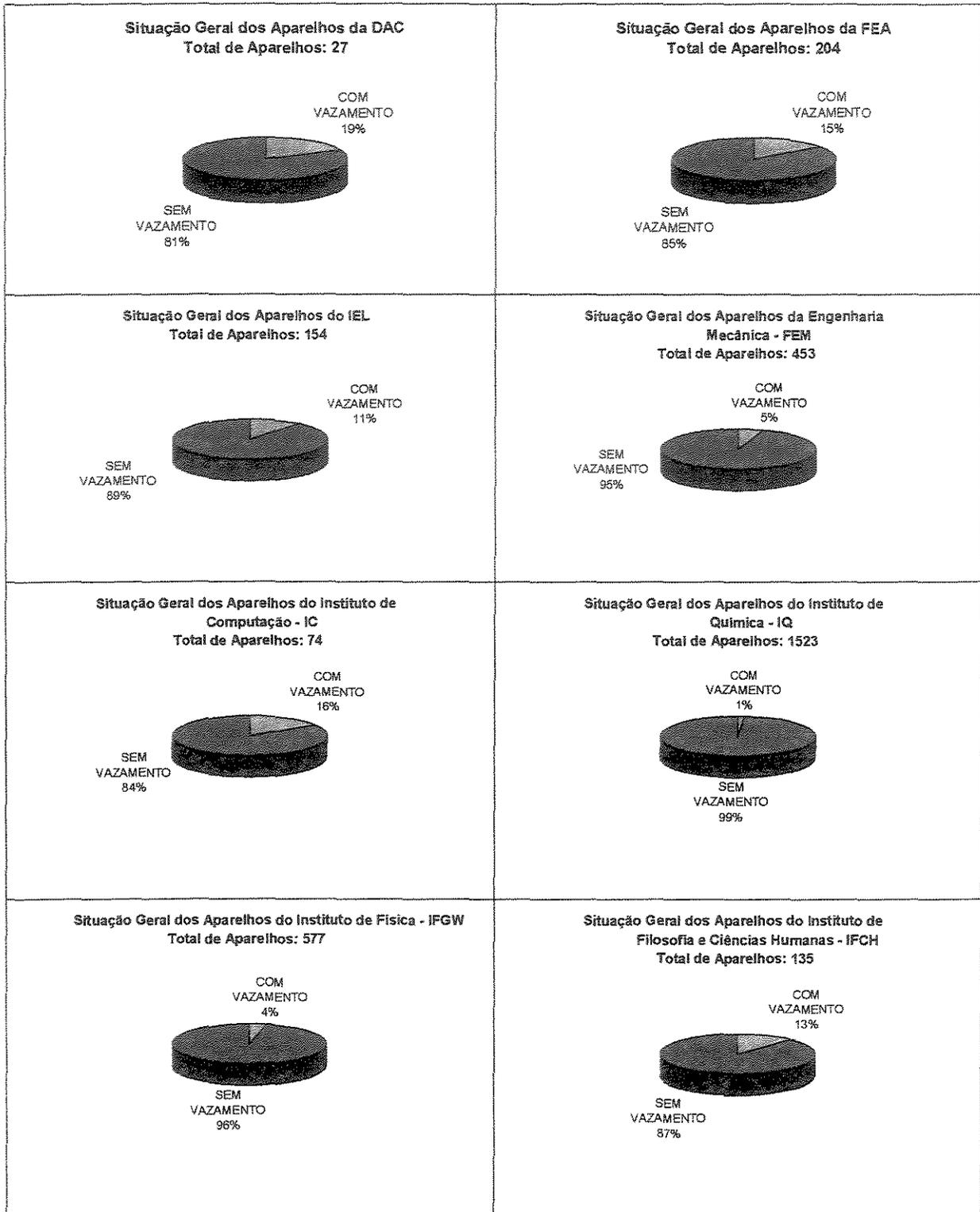


Figura 4.5: Índices de vazamentos por edifício (continuação).

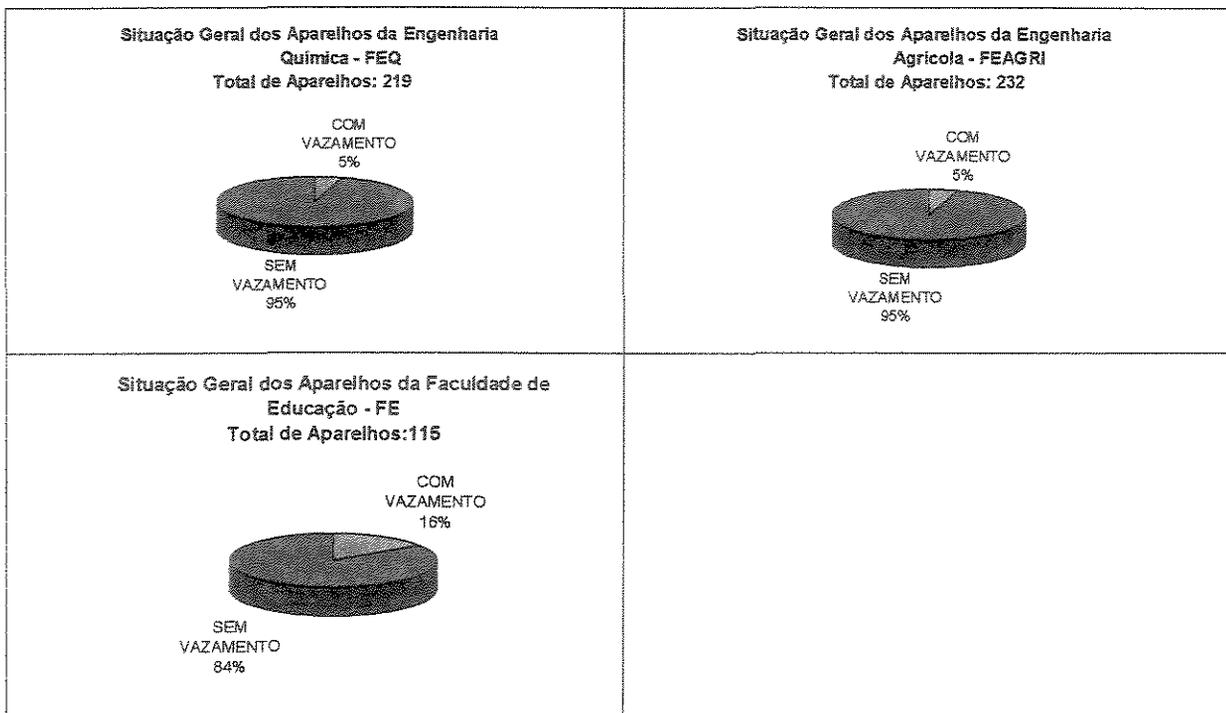


Figura 4.5: Índices de vazamentos por edifício (continuação).

Da análise da Figura 4.5, ressalta-se que o índice de vazamentos variou de 1% a 38%, sendo a média 15,3%.

Em termos absolutos, verifica-se que cerca de 231 pontos de consumo investigados apresentavam vazamentos.

#### 4.10.3 Elaboração do Manual de Manutenção dos Sistemas Prediais de Água Fria

Foi elaborado, pela equipe do PRO-ÁGUA, um manual de manutenção para os sistemas prediais de água fria, o qual tem a função de orientar os gestores e a mão-de-obra especializada nas atividades de manutenção.

O manual contempla informações sobre os sistemas prediais de água fria e seus componentes, bem como instruções para a realização da manutenção corretiva e preventiva dos

diversos aparelhos sanitários. Também podem ser encontradas as periodicidades de verificações nos aparelhos sanitários e os tipos de intervenções necessárias de acordo com o defeito encontrado.

Um exemplar do “Manual de Manutenção de Sistemas Prediais de Água Fria” é apresentado no Anexo 7.

Vale ressaltar que os Manuais de Manutenção dos Sistemas Prediais de Água Fria - Procedimentos e o de Operação e Manutenção dos Edifícios tendo em vista a Conservação de Água não foram desenvolvidos, sendo recomendável a sua elaboração e/ou utilização de fontes bibliográficas para o treinamento nestes quesitos, conforme ressaltado na descrição das etapas efetuadas no início do capítulo 4.

#### **4.10.4 Desenvolvimento e Implementação do Sistema de Informação**

O sistema de informação encontra-se em fase de especificação dos dados gerados requeridos para o gerenciamento do sistema de manutenção.

Assim, foi designado um engenheiro do ESTEC para a coordenação dessa atividade, em conjunto com membros da equipe do PRO-ÁGUA.

Inicialmente, foram elaboradas as exigências e as características de um sistema como esse, de modo a definir a flexibilidade que o mesmo deva permitir. Após a finalização desta etapa, uma equipe da empresa júnior da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) será responsável pelo desenvolvimento do sistema especificado.

#### 4.10.5 Definição da Forma de Organização da Manutenção

Conforme já descrito anteriormente, a manutenção pode ser organizada de três formas: centralizada, descentralizada ou mista. No *campus* da UNICAMP, a organização da manutenção é mista, já que nem todas unidades possuem equipe própria de manutenção e o Escritório Técnico de Obras (ESTEC) possui uma equipe de manutenção que atende todo o *campus*, quando necessário.

Das 80 unidades e núcleos/órgãos existentes no *campus* de Campinas, cerca de 58,8% possuem equipe própria de manutenção; aproximadamente 38,8% contam somente com o ESTEC para a realização das atividades de manutenção; e outros 7,5% terceirizam essas atividades em suas unidades.

A somatória das porcentagens ultrapassa 100% porque algumas unidades contam com o ESTEC, mas também terceirizam a realização de determinadas atividades.

Das unidades e núcleos/órgãos que contam com pessoal de manutenção, 55% contam com mais de um técnico para este fim. A formação/função dessa mão-de-obra é classificada como reparador geral.

Para as unidades que contam com equipe de manutenção predial, é possível ter somente um encanador em sua equipe, o qual precisa receber um treinamento para detecção e conserto de vazamentos e possuir o *kit* básico com material e ferramentas necessárias para execução de reparos. A composição mínima do *kit*, conforme já ressaltado, encontra-se no Anexo 3.

A equipe de manutenção central do *campus*, além de receber o treinamento e precisar do *kit* básico, requer no mínimo 4 encanadores, um meio de locomoção pelo *campus* e um meio de comunicação, o qual pode ser um rádio, para a notificação de ocorrências. Vale ser ressaltado que a equipe central de manutenção, conta recentemente com 4 encanadores, sendo que antigamente

contava com apenas 2 encanadores, número insuficiente para atender todas as ocorrências que eram solicitadas ao longo do *campus*.

Assim, foi criada a **equipe força-tarefa**, com o objetivo de agilizar as solicitações de reparos, onde a mesma conta com a equipe de encanadores do ESTEC. Desta forma, ela passou a atender somente as unidades sem equipe de manutenção própria e somente para os serviços de manutenção corretiva. As unidades que contam com equipe de manutenção somente poderão solicitar serviços ao ESTEC quando ocorrer falha/defeito que não puderem ser solucionadas pela equipe da unidade. Embora a mão-de-obra já esteja disponível, ainda não foi colocada em prática.

#### **4.10.6 Definição da Forma de Atuação da Manutenção**

A manutenção preditiva, conforme destacado anteriormente, prevê o monitoramento durante o funcionamento. Desta maneira, as atividades propostas no item 4.3, referentes à periodicidade e a definição das intervenções, podem ser consideradas como parte da manutenção preditiva, já que a inspeção periódica proposta é uma forma de monitoramento.

A partir da manutenção corretiva inicial realizada no âmbito das atividades do PRO-ÁGUA, cuja descrição será efetuada no item 4.10.8, a manutenção do *campus* ficou dividida em duas formas: a equipe de força-tarefa, a qual deverá estar equipada com um meio de transporte e um de comunicação, será comunicada da necessidade de reparo em alguma unidade sem equipe de manutenção. Esta, então, se dirigirá à unidade, realizará o serviço, e preencherá o complemento de atualização da ordem de serviço contida no Anexo 4, com a descrição do tipo de reparo executado, o qual será entregue no ESTEC. Outra forma se dará pelas equipes descentralizadas nas unidades, as quais executarão pequenos reparos, e também preencherão o complemento da ordem de serviço com a atividade executada. Desta maneira, é possível a atualização do histórico das atividades de manutenção.

#### 4.10.7 Treinamento dos Gestores dos Edifícios e da Mão-de-Obra Especializada

Conforme descrito, foi realizado um seminário de sensibilização para a conservação de água e para o esclarecimento aos diretores das unidades e órgãos sobre a importância dos gestores dos edifícios. Após este seminário, foi solicitado aos diretores a designação de dois gestores por unidade, os quais foram devidamente treinados para atividade a ser realizada.

O treinamento dos gestores foi realizado em dois dias, sendo que, no primeiro dia, foram apresentadas informações sobre o sistema predial de água fria, sistema de telemedição, gestão dos sistemas prediais no *campus* e treinamento com equipe de assistência técnica de fabricante de bacias sanitárias, abordando o funcionamento e manutenção das mesmas. No segundo dia, o treinamento foi realizado pelas equipes de assistência técnica dos fabricantes de metais sanitários convencionais e economizadores.

As palestras sobre o sistema predial de água fria, sistema de telemedição e gestão dos sistemas prediais do *campus* foi efetuada pela equipe do PRO-ÁGUA/UNICAMP, incluindo esta autora.

Os treinamentos dados pelos fabricantes abordaram os seguintes assuntos: detecção e reparos dos vazamentos nas torneiras hidromecânicas de lavatório e mictório, nas torneiras convencionais e nas válvulas de descarga, contemplando também os respectivos funcionamentos dos mecanismos internos.

Vale ressaltar que a formação dos 40 gestores presentes era bastante diversificada, incluindo encanadores; técnicos de serviços gerais; engenheiros, chefes e supervisores do setor de manutenção; diretores do setor administrativo; supervisores do setor operacional; entre outros.

Ao término do treinamento, foi aplicado um questionário de avaliação, sendo que os resultados foram os seguintes:

- 100% dos gestores dos edifícios acharam bom ou ótimo o treinamento como um todo;
- sobre o curso mais apreciado: 37,5% dos gestores indicaram todos os cursos; 22,5%, o curso sobre as torneiras convencionais e válvulas de descarga; 17%, o curso sobre as torneiras de lavatório e de mictório hidromecânicas; e, 10%, da parte introdutória sobre o sistema predial de água fria e a gestão dos sistemas prediais no *campus*.

Os assuntos levantados pelos gestores para cursos futuros foram os seguintes:

- fabricação de louças e metais sanitários;
- tubulações em geral;
- normas técnicas de manutenção;
- aparelhos sanitários de uso hospitalar;
- funcionamento dos hidrômetros.

As principais sugestões para a melhoria do treinamento em questão, foram as seguintes:

- detalhamento da função dos gestores;
- detalhamento da manutenção em torneiras convencionais;
- aprofundamento no funcionamento e manutenção dos aparelhos sanitários em geral;
- formas de sensibilizar os usuários em geral para a conservação de água;
- detalhamento da manutenção em válvulas e registros;
- apresentação do consumo de água das unidades e núcleos/órgãos;
- detalhamento do funcionamento dos hidrômetros eletrônicos.

Vale ressaltar que, conforme já esperado, os encanadores presentes no treinamento sugeriram um detalhamento maior das atividades de manutenção, pelo fato de serem técnicos da área. Porém, esses assuntos deverão ser abordados no treinamento da mão-de-obra especializada.

A proposta efetuada não prevê que o gestor seja um técnico, já que realizará as atividades de inspeção e execução de pequenos reparos, e não consertos mais complexos, e o treinamento foi compatível com essa premissa.

No caso da mão-de-obra especializada, o treinamento ainda não foi efetuado, sendo recomendada a sua realização, tanto para a equipe central, como para a das unidades.

#### **4.10.8 Realização de Manutenção Corretiva Inicial**

As atividades de manutenção corretiva foram realizadas em todos os edifícios do *campus*. Em paralelo à manutenção corretiva, foram instalados hidrômetros eletrônicos para o monitoramento do consumo de água. Assim, em algumas unidades e núcleos/órgãos foi possível a medição do consumo de água antes e depois do conserto dos vazamentos.

A título de ilustração, são apresentados os resultados obtidos com o conserto dos vazamentos nos pontos de utilização de água fria em uma amostra do total de edifícios do *campus*, composta por 110 edifícios, totalizando 17 unidades e 3919 aparelhos sanitários (Figura 4.6).

No eixo das abscissas, as siglas apresentadas referem-se às unidades do *campus*.

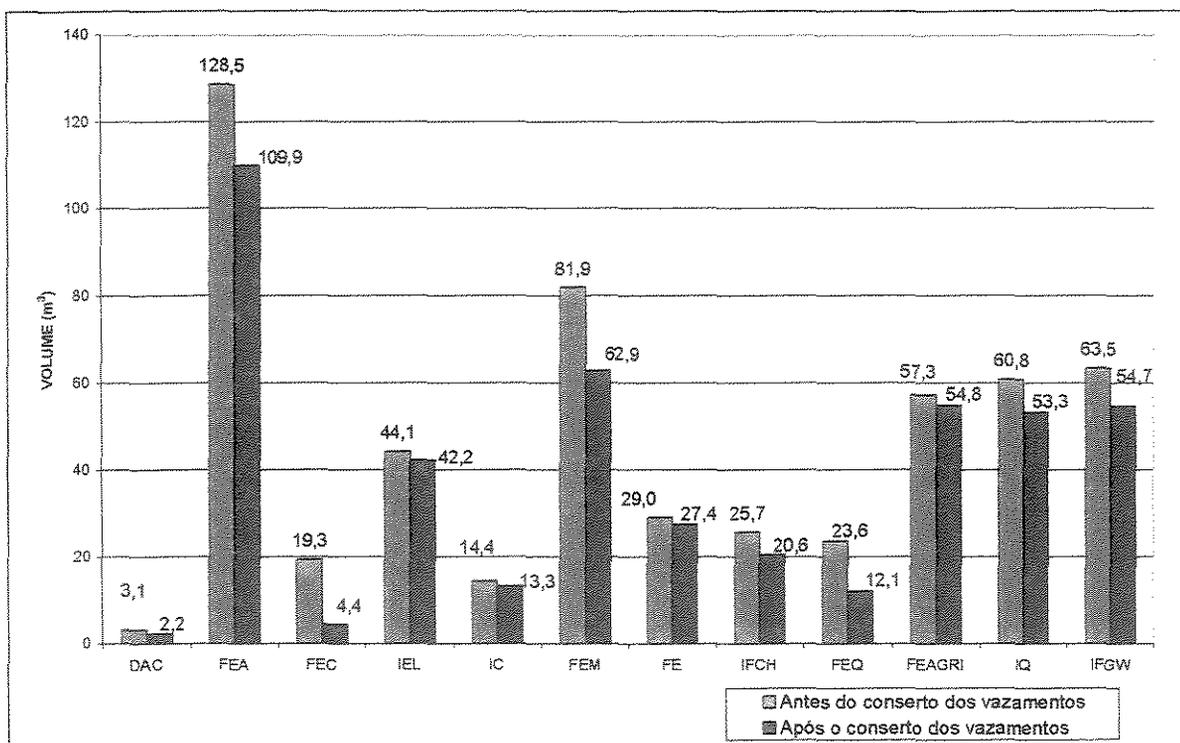


Figura 4.6: Consumo médio diário de água antes e após o conserto dos vazamentos.

Da análise da Figura 4.6, verifica-se que a redução do consumo, após o conserto dos vazamentos, variou de 4% a 77%, estando assim distribuída:

- 29% no edifício da DAC;
- 14% nos edifícios da FEA;
- 77% no edifício da FEC;
- 4% nos edifícios do IEL;
- 7% nos edifícios do IC;
- 23% na FEM;
- 5% nos edifícios da FE;
- 20% no IFCH;
- 49% na FEQ;
- 4% na FEAGRI;
- 12% nos edifícios do IQ; e
- 14% nos edifícios do IF.

#### **4.10.9 Operação do Sistema de Manutenção com a Contínua Atualização do Cadastro**

Como descrito no item 4.9.4 o sistema de informação está em fase de desenvolvimento. Pretende-se, com o sistema de informação em funcionamento, que todas as atividades de manutenção, sejam elas realizadas pelo escritório técnico de obras ou pelas unidades, sejam cadastradas em um banco de dados central, de forma a possibilitar o planejamento das atividades futuras, o gerenciamento do sistema de manutenção e a verificação do funcionamento dos aparelhos/equipamentos que utilizam água no *campus*.

## 5 Conclusões

Após realizada a caracterização e o conserto de vazamentos encontrados em edificações que não possuem manutenção periódica no *campus* da Universidade Estadual de Campinas, foram obtidas reduções significativas no consumo de água (entre 4 e 77%). Portanto, pode-se concluir que o volume de água perdido antes das intervenções realizadas era bastante grande. Assim, com o intuito de evitar estas perdas, é sugerido que haja regularidade nestas atividades, o que pode ser conseguido com a implementação de um sistema de manutenção dos sistemas prediais no *campus*, o que, além de manter os índices de economia obtidos, pode ajudar, inclusive, a elevar estes valores.

No que se refere ao sistema de manutenção propriamente dito, tendo em vista as particularidades da tipologia estudada, foi sugerida a aplicação de algumas das etapas preparatórias para a implementação da manutenção da produtividade total, citadas na bibliografia. Essencialmente, foram aplicadas as etapas de manutenção autônoma, manutenção planejada e treinamento, as quais foram distribuídas em nove sub-etapas para a implementação do sistema proposto em um *campus* universitário.

Acredita-se que a existência de um gestor nos edifícios do *campus*, responsável, entre outras atividades, pela detecção dos vazamentos, realização de pequenos reparos e atualização contínua do cadastro dos pontos passíveis de manutenção, assim como a existência de um sistema de informação eficiente, utilizando os meios computacionais disponíveis atualmente, sejam determinantes para o sucesso do sistema de gestão proposto.

A metodologia foi proposta visando a aplicação no sistema predial de água fria, porém é aplicável, quando adaptada, para qualquer sub-sistema de uma edificação.

As etapas propostas foram, em sua quase totalidade, implementadas no *campus* da UNICAMP, o qual constituiu-se no estudo de caso para a validação do conjunto de subsídios elaborados nesse trabalho, sendo verificada a sua aplicabilidade para a tipologia em questão.

Acredita-se que, para a efetivação das proposições efetuadas, outros estudos são necessários, tendo em vista a sua generalização para outras tipologias de *campi* universitários e/ou edifícios. Neste sentido, sugere-se, para o desenvolvimento de trabalhos futuros:

- aplicação as etapas propostas, na sua totalidade, em outros *campi* universitários;
- estabelecimento de procedimentos de manutenção, operação e manutenção de edifícios, tendo em vista a conservação de água;
- detalhamento de Programas de sensibilização dos usuários em geral e da mão-de-obra especializada para a conservação de água;
- aplicação da metodologia proposta para outros sub-sistemas das edificações;
- aplicação da metodologia proposta em outras tipologias de edificações;
- análise da aplicabilidade dos programas computacionais existentes para o gerenciamento da manutenção predial, visando o seu emprego nos sistemas hidráulicos prediais e/ou desenvolvimento de um aplicativo específico.

Finalmente, o presente trabalho demonstra a importância da manutenção predial para a conservação de água nos edifícios e, com o seu desenvolvimento, espera-se contribuir para a gestão do uso desse insumo nos edifícios, de modo a preservar os recursos naturais para as gerações futuras.

## **Referências Bibliográficas**

AL-HAMMAD, A. *et alii*. **The Effect of Faulty Design on Building Maintenance**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Inglaterra, v. 3, n. 1, 1997.11p.

ALMEIDA, G.G. **Avaliação Durante Operação (ADO) – Metodologia Aplicada aos Sistemas Prediais**. USP. São Paulo, São Paulo, 1994 (Dissertação de Mestrado).

AMORIM, S.V. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias: Desempenho e Normalização**. USP. São Carlos, São Paulo, 1989 (Dissertação de Mestrado).

AMORIM, S.V. **Metodologia para Estruturação de Sistemas de Informação para Projeto dos Sistemas Hidráulicos Prediais**. USP. São Paulo, SP, 1997 (Tese de Doutorado).

AMORIM, S.V. *et alii*. **Patologias das Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias, em Edifícios Residenciais em Altura, na Cidade de São Carlos**. ENTAC, 1993. EPUSP, São Paulo, 1993.

ASPERF. **Ultra Low Flush Water Closet Study**. Stevens Institute of Technology. Report n. R253, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO. **Documento Nacional 2001: A Situação da Manutenção no Brasil**. São Paulo: ABRAMAN, 2001. (CD-ROM)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14037 – Manual de Operação, Uso e Manutenção das Edificações – Conteúdo e Recomendações para Elaboração e Apresentação.** Rio de Janeiro, RJ. Mar., 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626 - Instalação Predial de Água Fria.** Rio de Janeiro, RJ. Set., 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674 – Manutenção de Edificações - Procedimento.** Rio de Janeiro, RJ. Set., 1999.

AYRES ASSOCIATES. **The Impact of Water Conserving Plumbing Fixtures on Institutional and Multi-Family Water Use.** Tampa, Florida, EUA, 1993.

BELINAZO, M.L. **Diagnóstico da Situação dos Sistemas Hidráulicos Prediais em Edificações Existentes.** UFSM. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 1999 (Dissertação de Mestrado).

BERNARDES, C. *et alii.* **Qualidade e o Custo das Não-Conformidades em Obras de Construção Civil.** 1.ed. São Paulo: Editora Pini, 1998. 90 p.

BEVILACQUA, M.; BRAGLIA, M. **The Analytic Hierarchy Process Applied to Maintenance Strategy Selection.** 2000. Disponível em: <<http://www.elsevier.com>>. Acesso em 28 junho 2001.

BRANCO Fº. **Dicionário de Termos de Manutenção e Confiabilidade.** 2. ed. São Paulo: Editora Ciência Moderna, 2000. 284p.

CAESB. Desenvolvido pela Companhia de Águas e Esgotos de Brasília. Disponível em: <<http://www.caesb.df.gov.br>>. Acesso em 03 maio 2000.

**CONEJO, J.G.L. et alii. Panorama dos Sistemas Públicos de Abastecimento no País: Casos Seleccionados de Estratégias de Combate ao Desperdício.** Brasília, 1999. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (DTA – Documento Técnico de Apoio nº C2).

CREARJ. Desenvolvido pelo Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura do Rio de Janeiro. Apresenta o texto Movimento Cidadania Pelas Águas. Disponível em: <<http://www.crearj.com.br>>. Acesso em 26 julho 1999.

**CREMONINI, R.A. Incidência de Manifestações Patológicas em Unidades Escolares na Região de Porto Alegre – Recomendações para Projeto, Execução e Manutenção.** UFRGS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 1988 (Dissertação de Mestrado).

**DANTAS, W.; FARIA, R.M. Como Evitar a Repetibilidade de Problemas de Manutenção.** 14º Congresso Brasileiro de Manutenção, 1999. Foz do Iguaçu, Paraná, 1999.

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Projeto de Pesquisa SABESP: Programa de Economia de Água de Consumo Doméstico – Uso Racional de Água.** São Paulo, novembro, 1996. (Relatório Final – Volume 3).

**FLETCHER, K. et alii. Maintenance Engeneering Society of Australia – A Generic Model of Maintenance.** 1995. Disponível em: <<http://www.mesa.org.au>>. Acesso em 23 out. 2001.

**GONÇALVES, O.M. et alii. Execução e Manutenção de Sistemas Hidráulicos Prediais.** 1.ed. São Paulo: Editora Pini, 2000. 191 p.

**GONÇALVES, P.M. Bases Metodológicas para a Racionalização do Uso de Água e Energia no Abastecimento Público de Água em São Paulo.** USP. São Paulo, São Paulo, 1995 (Dissertação de Mestrado).

**GRAÇA, M.E.A.; GONÇALVES, O.M. The Need of Formal Operations and Maintenance Considerations in Water Supply and Drainage Systems Design Process.** CIB W62

International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, 1999. Edinburgh, Scotland, 1999.

GRIGGS, J.C.; SHOULER, M.C. **An Examination of Water Conservation Measures.** CIB W62 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings, 1994. Brighton, UK, 1994.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.org.br>>. Acesso em 19 abril 2002.

ILHA, M.S.O. **Qualidade dos Sistemas Hidráulicos Prediais.** Campinas, São Paulo, 1993.

ILHA, M.S.O.; GONÇALVES, O.M. **Sistemas Prediais de Água Fria.** EPUSP. São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br>>. Acesso em 20 jan. 2002. (Texto Técnico TT/PCC/08).

ILHA, M.S.O. *et alii.* **Water Conservation Program in the Sate University of Campinas.** CIB – Symposium on Construction and Environment, 2000. São Paulo, 2000.

KASSEL UNIVERSITY. 1995. Disponível em: <http://www.usf.uni-kassel.de>>. Acesso em 21 maio 2002.

KENNEDY, R. **Examining the Processes of RCM and TPM – What do They Ultimately Achieve and Are the Two Approaches Compatible?** 2001. Disponível em: <<http://www.plant-maintenance.com/articles>>. Acesso em 19 dez. 2001.

KONEN, T.P. **Water and Energy Conservation and Toilets.** Asia Pacific Toilet Symposium'99, City of Kitakyushu, 1999.

KRÖNER, W. **Produtividade e Qualidade em Manutenção.** São Paulo: ABRAMAN, 1999.

LEBLANC, L. , HUBER, F. **Water Consumption and Conservation Potential at Hotels: A Case Study of Hotels in the Greater Vancouver Region.** CONSERV 99. California, 1999.

LEVITT, J. **Death of The Maintenance Department and What You Can Do About It.** 1998a. Disponível em: <<http://www.maintenanceresources.com>>. Acesso em 28 junho 2001.

LEVITT, J. **The Battle of Maintenance.** 1998b. Disponível em: <<http://www.maintenanceresources.com>>. Acesso em 28 junho 2001.

LICHTENSTEIN, N.B. **Patologia das Construções: Procedimento para Formulação do Diagnóstico de Falhas e Definição de Conduta Adequada à Recuperação de Edificações.** EPUSP. São Paulo, São Paulo, 1985 (Dissertação de Mestrado).

LOPES, J.L.R. **Avaliação Pós-Ocupação através de Sistemas de Gerenciamento e Manutenção Predial.** ENTAC, 1993. EPUSP, São Paulo, 1993a.

LOPES, J.L.R. **Sistemas de Manutenção Predial: Revisão Teórica e Estudo de Caso Adotado no Banco do Brasil.** UFRGS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 1993b (Dissertação de Mestrado).

MONTAGUE, R; CHAPMAN, J. **Virginia Beach Multi-Family Conservation Program Shows 90% Implementation Rate.** CONSERV 99, 1999. Monterey, California, 1999.

MORA, E. **Autonomous Maintenance.** 1998. Disponível em: <<http://www.tpmonline.com>>. Acesso em 19 dez. 2001.

MOUBRAY, J. **Maintenance Management – A New Paradigm.** 2000a. Disponível em: <<http://www.maintenanceresources.com>>. Acesso em 28 junho 2001.

MOUBRAY, J. **Introduction to Reliability-Centered Maintenance.** 2000b. Disponível em: <<http://www.maintenanceresources.com>>. Acesso em 18 abril 2001.

NUNES, S.S. *et alii*. **Patologias dos Sistemas Hidráulicos Prediais e o Consumo de Água Fria no Edifício da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp**. COMPAT, 1999. Montevidéu, Uruguai, 1999.

NUNES, S.S. **Estudo da Conservação de Água em Edifícios Localizados no Campus da Universidade Estadual de Campinas**. Unicamp. Campinas, São Paulo, 2000 (Dissertação de Mestrado).

OLIVEIRA, L.H. **Metodologia Para Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios**. EPUSP. São Paulo, São Paulo, 1999 (Tese de Doutorado).

OLIVEIRA, L.H. **Guidelines for Waste of Water Control in Buildings**. CIB W-62, 26<sup>th</sup>. International Symposium. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

OLIVEIRA, L.H. **The Influence of Water Losses in the Water Consumption Indicator Value of Apartment Buildings**. CIB W-62, 27<sup>th</sup>. International Symposium. Portoroz, Eslovenia, 2001.

OLIVEIRA, L.H.; CARDOSO, C.G. **Índices de Desperdícios de Água em Edifícios Residenciais Multifamiliares de Goiânia**. IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC). Foz do Iguaçu, Paraná, 2002.

PBQP-H – **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat**. Apresenta os projetos inseridos neste programa. Disponível em: <http://www.pbqp-h.gov.br>. Acesso em 05 jun. 2002.

PEDROSO, L.P.P.; ILHA, M.S.O. **Impact of the Maintenance Routine on the Water Consumption in the State University of Campinas, Sao Paulo**. PLEA 2001, The 18<sup>th</sup> International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Florianópolis, Santa Catarina, 2001.

PETERSON, B. **The Central Issue: To Centralize or Decentralize Maintenance.** 1998. Disponível em: <<http://www.mt-online.com>>. Acesso em 06 jun. 2001.

PITT, T.J. **Data Requirements for the Prioritization of Predictive Building Maintenance.** *Facilities*, v.15, n. 3/4, 1997. 8p.

PNCDA – **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água.** Apresenta os Documentos Técnicos de Apoio. Disponível em: <http://www.pncda.gov.br/document1.htm>. Acesso em 05 jun. 2002.

PRO-ÁGUA – **Programa de Conservação de Água da UNICAMP.** Folheto de divulgação. 2002a.

PRO-ÁGUA – **Programa de Conservação de Água da UNICAMP.** Desenvolvido pela Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, 1999-em andamento. Apresenta objetivos e etapas do programa. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~milha>. Acesso em 10 maio 2002b.

PRO-ÁGUA – **Programa de Conservação de Água da UNICAMP.** Manual de Manutenção de Sistemas Prediais de Água Fria. Campinas, São Paulo, 2002c.

PURA-USP – **Programa de Uso Racional da Água da USP.** Desenvolvido pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1995-em andamento. Apresenta objetivos e etapas do programa. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/pesquisa/purausp>. Acesso em 13 maio 2002.

REYS, M.A. **Determinação de Critérios para a Escolha de Metodologias de Manutenção.** FEM-UNICAMP. Campinas, São Paulo, 1995. (Dissertação de Mestrado).

RIBEIRO, H. **Manutenção Autônoma – O Resgate do Chão-de-Fábrica.** Um roteiro para uma implementação bem sucedida. São Paulo: ABRAMAN, 2000. (CD-ROM)

ROBERTS, J. **TPM Total Productive Maintenance – History and Basic Implementation Process**. 1997. Disponível em: <<http://www.tpmonline.com>>. Acesso em 19 dez. 2001.

SABESP. Desenvolvido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br>>. Acesso em 03 maio 2000.

SAVIC, D. *et alii*. **Hydroinformatics Technology and Maintenance of UK Water Networks**. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Inglaterra, v. 7, n. 4, 1997.13p.

SHARRATT, K. **Capital Expenditure Savings Resulting From a Water Conservation Program in a Small Ontario Community**. CONSERV 99, 1999. Monterey, California, 1999.

SILVA, R.T. *et alii*. **Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água**. Brasília, 1998. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (DTA – Documento Técnico de Apoio nº A2).

STEPHENS, K.A.; JOHNSTON, C.M. **Water, Water Everywhere... Do We Really Need to Reduce Water Use in British Columbia?** CONSERV93, 1993. Las Vegas, Nevada, 1993.

SWAFFIELD, J.A. **United Kingdom Water Regulations – Updating and Upgrading. The Water Byelaws to Aid na European Perspective**. CIB W-62, 1998. Rotterdam, Holanda, 1998.

THEN, D.S.S. **A Conceptual Framework for Describing Built Assets Maintenance Standards**. *Facilities*, v. 14, n. 7/8, 1996. 4p.

TPM-online. **Maintenance in History**. 2001a. Disponível em : <<http://www.tpmonline.com>>. Acesso em 19 dez. 2001.

TPM-online. **The Paradigm Movement**. 2001b. Disponível em : <<http://www.tpmonline.com>>. Acesso em 19 dez. 2001.

VASCONCELLOS, L.A.C. **Planejamento da Manutenção Predial Visando a Pós-Entrega.** Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998 (Dissertação de Mestrado).

WATERWISER. **Water Use Inside the Home.** 2001. Disponível em: <<http://www.waterwiser.org>>. Acesso em 18 ago. 2002.

WHITE, S. **Integrated Resource Planning in the Australian Water Industry.** CONSERV99. California, 1999.

WILLIAMSON, R.M. **TPM: An Often Misunderstood Equipment Improvement Strategy.** 2000. Disponível em: <<http://www.mt-online.com>>. Acesso em 19 dez. 2001.

## **Anexos**

Anexo 1 – Planilha de Levantamento

Anexo 2 – Aparelhos/Equipamentos Comumente Encontrados em um *Campus* Universitário

Anexo 3 – Composição do *Kit* Básico para Pequenos Consertos

Anexo 4 – Exemplo de Ordem de Serviço

Anexo 5 – Exemplo de Planilha de Levantamento Preenchida com Dados do Levantamento de Campo

Anexo 6 – Exemplo de Relatório de Intervenção para as Unidades

Anexo 7 – Manual de Manutenção de Sistemas Prediais de Água Fria

## **Anexo 1 – Planilha de Levantamento**



**Anexo 2 – Aparelhos/Equipamentos Comumente Encontrados em um *Campus*  
Universitário**

## **Anexo 2 – Aparelhos/Equipamentos Comumente Encontrados em um *Campus* Universitário**

Os aparelhos comumente encontrados em um *campus* universitário, e que foram levantados neste trabalho, são:

- Torneira de Lavatório;
- Mictório;
- Bacia sanitária com válvula de descarga;
- Bacia sanitária com caixa acoplada;
- Torneira de uso geral (lavagem de piso, jardim e tanque);
- Torneira de pia de cozinha;
- Chuveiro;
- Bebedouro;
- Filtro;
- Ducha higiênica;
- Torneira com aquecedor;
- Misturador de laboratório;
- Torneira de pia de laboratório;
- Torneira de lavagem de laboratório;
- Destilador;
- Torneira para Capela;
- Lava-olhos;
- Chuveiro de emergência;
- Filtro de laboratório;
- Lavador de pipeta;
- Máquinas e aparelhos/equipamentos especiais os quais necessitam de ponto de água.

### **Anexo 3 – Composição do *Kit* Básico para Pequenos Concertos**

### Anexo 3 – Composição do *Kit* Básico para Pequenos Consertos

A composição básica do *kit* deve conter ferramentas e materiais para a realização de pequenos consertos. As ferramentas necessárias são:

- chave de fenda;
- grifo;
- chave inglesa;
- serra;
- conjunto de chave para manutenção das torneiras economizadoras (de acordo com o fabricante);
- conjunto de chave para manutenção de válvula de descarga (de acordo com o fabricante);
- conjunto de chaves allen.

Os materiais necessários são:

- veda-rosca;
- vedantes de  $\frac{3}{4}$ " e  $\frac{1}{2}$ ";
- *kit* de reparos para caixa acoplada de diferentes fabricantes;
- *kit* de reparos para válvula de descarga de diferentes modelos e fabricantes;
- *kit* de reparos das torneiras economizadoras (de acordo com o fabricante);
- engates flexíveis de 30 e 40 cm;
- luva de PVC branco com rosca interna  $\frac{1}{2}$ ";
- torneira de uso geral (para ser utilizada em tanque, lavagem de piso de banheiro e jardim);
- torneira de pia de mesa e de bancada;
- válvula de descarga completa;
- *kit* de caixa acoplada completo.

## **Anexo 4 – Exemplo de Ordem de Serviço**

**Anexo 4 – Exemplo de Ordem de Serviço**

**ORDEM DE SERVIÇO - SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS**

Nome do Gestor: \_\_\_\_\_ n° O.S. \_\_\_\_\_  
Unidade: \_\_\_\_\_  
Ramal para contato: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

P.I. edifício

Pavimento:  térreo  1°  2°  3°

n° ambiente sanitário \_\_\_\_\_

Aparelho Sanitário  Bacia Sanitária com Válvula  T.U.G.  
 Bacia Sanitária com Caixa Acoplada  Pia  
 Lavatório  Outro  
 Mictório

Tipo aparelho sanitário  comum  
 fechamento automático

Defeito encontrado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ATUALIZAÇÃO DO HISTÓRICO DOS SISTEMAS PREDIAIS**

data do serviço: \_\_\_\_\_

serviço executado: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

material utilizado: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

equipe que executou o serviço:  equipe da unidade  
 equipe do ESTEC

**Anexo 5 – Exemplo de Planilha de Levantamento Preenchida com Dados do  
Levantamento de Campo**



## **Anexo 6 – Exemplo de Relatório de Intervenção para as Unidades**



**RELATÓRIO DE INTERVENÇÕES REALIZADAS PELO  
PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NO  
CICLO BÁSICO I**

Campinas, fevereiro de 2002

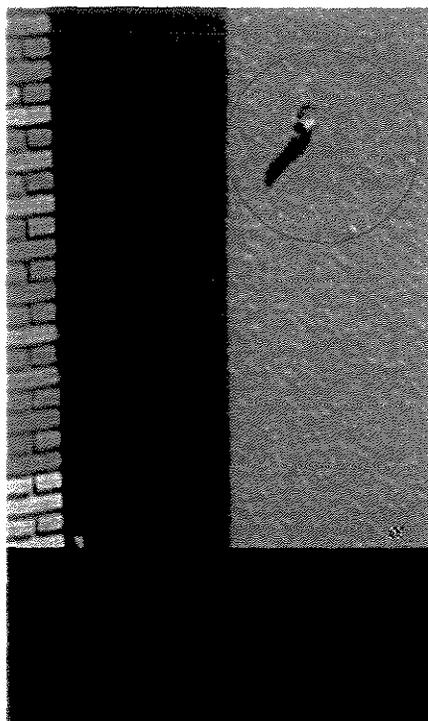
## IDENTIFICAÇÃO / DESCRIÇÃO

### CICLO BÁSICO I

Número de Edifícios: 3

Edifício: Todos

Data do reposicionamento do aviso do extravasor e da limpeza: novembro / 2000



## ÍNDICES GERAIS

### Análise Geral das Patologias dos Aparelhos Sanitários

Tabela 1: Porcentagem de aparelhos com defeito

Ciclo Básico I				
	Com Defeito	Sem Defeito	Total	% com defeito
BSV	26	34	60	43,33%
Lav	9	48	57	15,79%
Pia	1	6	7	14,29%
TUG	0	38	38	0,00%
Bd	0	6	6	0,00%
Mic	0	14	14	0,00%
BSCX	0	0	0	0,00%
<b>Total Geral</b>	<b>36</b>	<b>146</b>	<b>182</b>	<b>19,78%</b>

Nota: Bd= bebedouro

BSCX = bacia sanitária com caixa acoplada

BSV = bacia sanitária com válvula de descarga

LAV= lavatório

MIC = mictório

TUG= torneira de uso geral

### Problemas Encontrados nos Pontos de Consumo de Água Fria, por Ambiente Sanitário (ver Tabelas 2 e 3, e croquis em anexo)

Tabela 2: Patologias encontradas no levantamento realizado em 14 / 07 / 1999

Patologia	Ambiente		
	Pavimento	Número no Croquis	Descrição
Torneira de lavatório vazando	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	06	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	06	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	07	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	12	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Direita Subsolo	16	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Esquerda 1º pav	22	Banheiro Feminino
	Prédio 3 Térreo	01	Banheiro Feminino
	Prédio 3 1º pavimento	04	Banheiro Feminino
	Prédio 3 1º pavimento	05	Banheiro Masculino
BSV vazando	Prédio 1/Asa Esquerda Térreo	02	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Esquerda Térreo	02	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Direita Térreo	04	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	06	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	06	Banheiro Feminino

Cont. Tabela 2: Patologias encontradas no levantamento realizado em 14 / 7 / 1999

Patologia	Ambiente		
	Pavimento	Número no Croquis	Descrição
BSV	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	06	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	06	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	07	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	07	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	07	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	07	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	07	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	09	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	10	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	12	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Direita Subsolo	15	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Direita Subsolo	15	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Direita Subsolo	15	Banheiro Masculino
	Prédio 1/Asa Direita Subsolo	16	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Direita Subsolo	16	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Direita Subsolo	16	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Direita Subsolo	16	Banheiro Feminino
	Prédio 1/Asa Esquerda 1º pav	22	Banheiro Feminino
Pia	Prédio 1/Asa Esquerda Subsolo	08	Copa

Tabela 3.1: Consertos realizados em: 23 / 11 / 1999 <sup>(1)</sup>

Pavimento	Número do Ambiente no Croquis	Ambiente	Conserto
<b>Prédio 1</b>			
Asa Esquerda/ Térreo	02	Banheiro Feminino	Troca da válvula de descarga
Asa Esquerda/ Térreo	02	Banheiro Feminino	Troca da válvula de descarga
Asa Direita/ Térreo	04	Banheiro Feminino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga
Asa Esquerda/ Subsolo	06	Banheiro Feminino	Troca da torneira de lavatório
Asa Esquerda/ Subsolo	06	Banheiro Feminino	Troca da torneira de lavatório
Asa Esquerda/ Subsolo	06	Banheiro Feminino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga
Asa Esquerda/ Subsolo	06	Banheiro Feminino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga
Asa Esquerda/ Subsolo	06	Banheiro Feminino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga

Cont. Tabela 3.1: Consertos realizados em: 23 / 11 / 1999 <sup>(1)</sup>

<b>Pavimento</b>	<b>Número do Ambiente no Croquis</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Conserto</b>
<b>Prédio 1</b>			
Asa Esquerda/ Subsolo	06	Banheiro Feminino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga
Asa Esquerda/ Subsolo	07	Banheiro Masculino	Troca da torneira de lavatório
Asa Esquerda/ Subsolo	07	Banheiro Masculino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga
Asa Esquerda/ Subsolo	08	Copa	Troca do vedante "courinho" da torneira
Asa Esquerda/ Subsolo	09	Banheiro Masculino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga
Asa Esquerda/ Subsolo	10	Banheiro Feminino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga
Asa Esquerda/ Subsolo	12	Banheiro Masculino	Troca do Registro do lavatório
Asa Esquerda/ Subsolo	12	Banheiro Masculino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga
Asa Esquerda/ Subsolo	12	Banheiro Masculino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga
Asa Esquerda/ Subsolo	12	Banheiro Masculino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga
Asa Direita/ Subsolo	15	Banheiro Masculino	Troca da válvula de descarga
Asa Direita/ Subsolo	15	Banheiro Masculino	Troca da válvula de descarga
Asa Direita/ Subsolo	16	Banheiro Feminino	Troca da válvula de descarga
Asa Direita/ Subsolo	16	Banheiro Feminino	Troca da torneira de lavatório
Asa Esquerda/ 1º pav	22	Banheiro Feminino	Troca da válvula de descarga
Asa Esquerda/ 1º pav	22	Banheiro Feminino	Troca da válvula de descarga
Asa Esquerda/ 1º pav	22	Banheiro Feminino	Troca do sifão
<b>Prédio 2</b>			
1º pavimento	05	Banheiro Feminino	Limpeza e Regulagem da válvula de descarga

**Cont. Tabela 3.1: Consertos realizados em: 23 / 11 / 1999 <sup>(1)</sup>**

<b>Prédio 3</b>			
Térreo	01	Banheiro Feminino	Troca do vedante "courinho" da torneira
1º pavimento	04	Banheiro Feminino	Troca do vedante "courinho" da torneira
1º pavimento	05	Banheiro Masculino	Troca do vedante "courinho" da torneira

**Tabela 3.2: Consertos realizados em: 22 / 02 / 2000 <sup>(1)</sup>**

<b>Pavimento</b>	<b>Número do Ambiente no Croquis</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Conserto</b>
<b>Prédio 1</b>			
2º pav. Setor A - Asa direita Térreo	20	Banheiro Masculino	Troca do vedante "courinho" da torneira do lavatório
2º pav. Setor A - Asa direita	20	Banheiro Masculino	Regulagem das torneiras de bóia das caixas de descarga
1º pav. Setor A - Asa esquerda	23	Banheiro Masculino	Reparo no flexível do mictório estancando o vazamento existente
1º pav. Setor A - Asa esquerda	23	Banheiro Masculino	Regulagem da torneiras de lavatório

### **Ininstalação dos Componentes Economizadores de Água**

**Torneiras de lavatório:** 19 e 20 / 10 / 1999

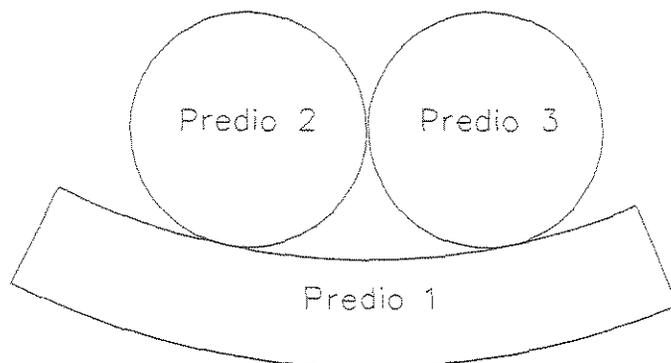
**Torneiras de mictório:** 13 e 14 / 10 / 1999

**Regulagem do tempo de abertura (assistência técnica):** 17 / 12 / 1999; 31 / 03 / 2000

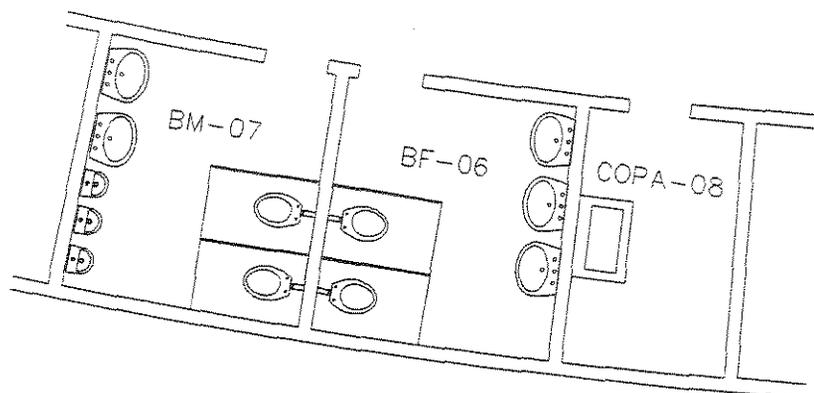
**Regulagem da vazão:** 18 / 05 / 2000

(1): As datas do levantamento (tabela2) e dos consertos (tabela3) estão defazadas em função do cronograma do Projeto Água, que contemplou todas as unidades do *Campus*. Para a realização dos consertos, o levantamento das patologias foi atualizado.

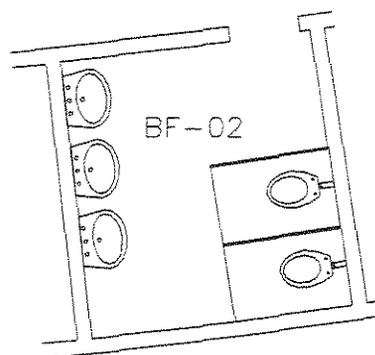
**Croquis com a Localização dos Ambientes Sanitários**  
Levantamento Realizado em 14/ 07 / 1999



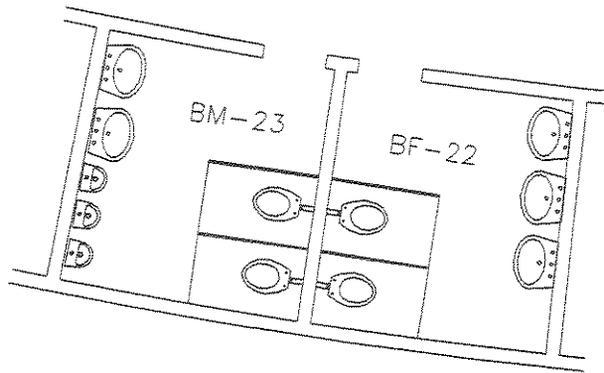
**Croqui do Ciclo básico I**



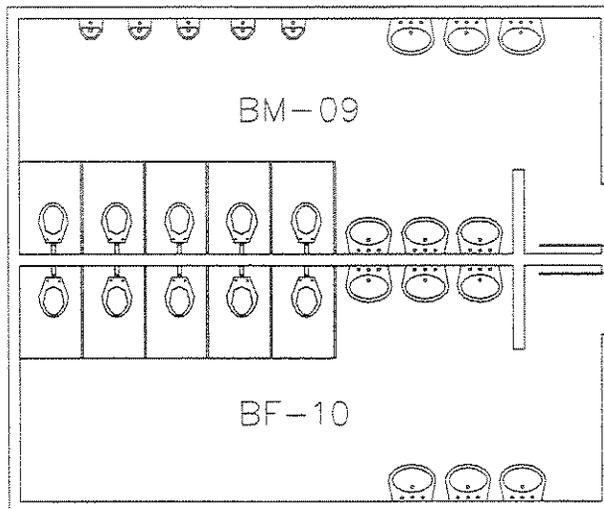
**Prédio 1 -Asa Esquerda/ Subsolo**  
**Ambientes 07, 08 e 09**



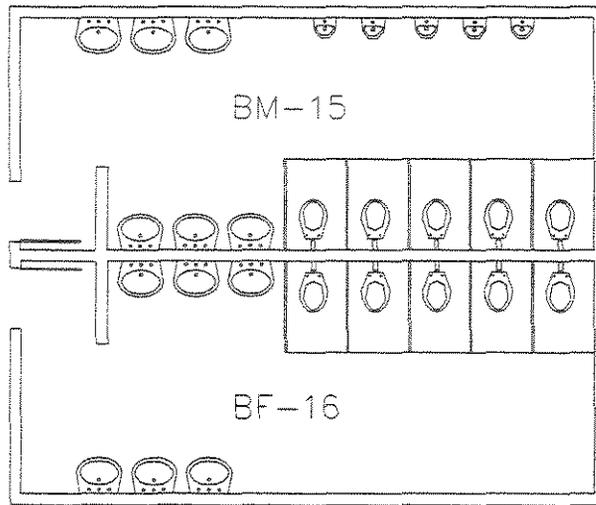
**Prédio 1 -Asa Esquerda/ Térreo**  
**Ambiente 02**



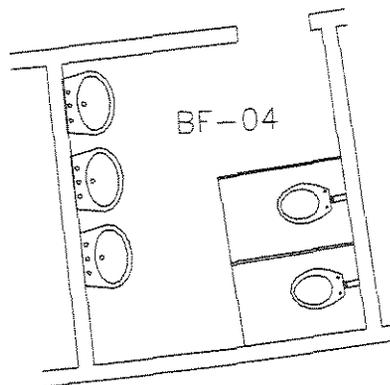
**Prédio 1 -Asa Esquerda/ 1º Pavimento  
Ambientes 22 e 23**



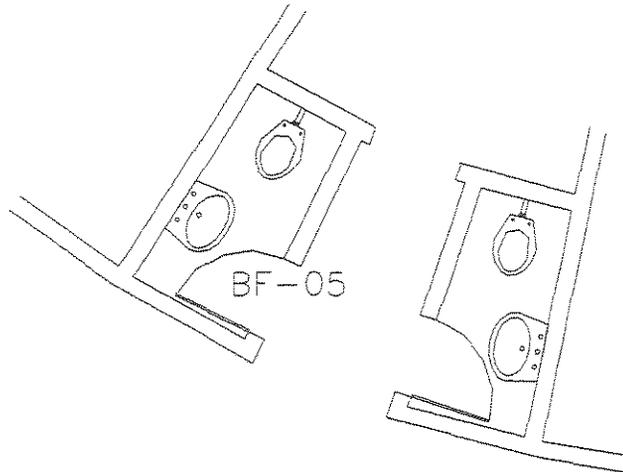
**Asa Esquerda/ Subsolo  
Ambientes 09 e10**



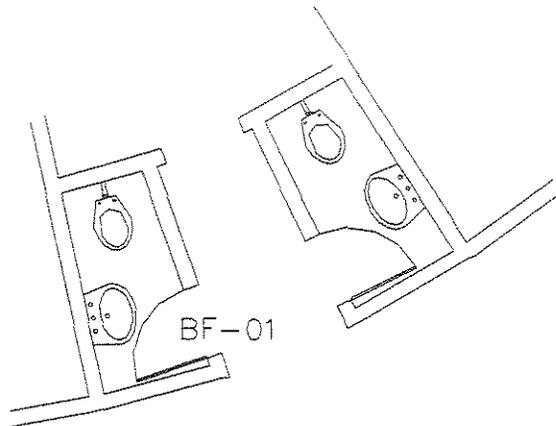
**Asa Direita/ Subsolo**  
**Ambientes 15 e 16**



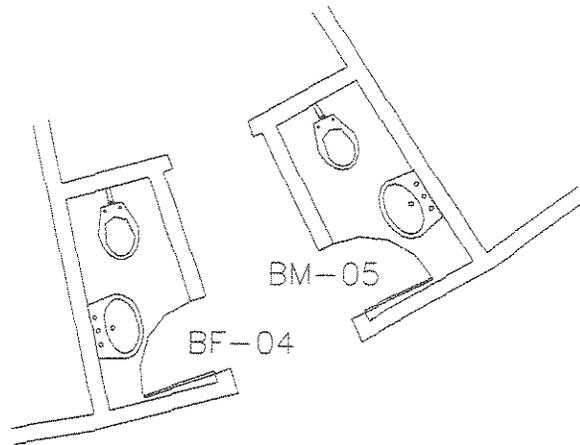
**Prédio 1 - Asa Direita/ Térreo**  
**Ambiente 04**



**Prédio 2 - Térreo**  
**Ambiente 05**



**Prédio 3 - Térreo**  
**Ambiente 01**



**Prédio 3 – 1º Pavimento**  
**Ambientes 04 e 05**

## **Anexo 7 – Manual de Manutenção de Sistemas Prediais de Água Fria**

## **Anexo 7 – Manual de Manutenção de Sistemas Prediais de Água Fria**

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>1 O PROJETO DE CONSERVÇÃO DE ÁGUA DA UNICAMP</b> .....	02
<b>2 OS SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA</b> .....	06
2.1 Componentes do Sistema Predial de Água Fria .....	07
<b>3 DESPERDÍCIO E PERDA</b> .....	13
3.1 O que usamos e o que desperdiçamos? .....	15
3.2 Como eliminar as perdas nos Sistemas de Água nos edifícios .....	17
<b>4 DETECÇÃO DE VAZAMENTOS E MANUTENÇÃO DOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO/APARELHOS SANITÁRIOS</b> .....	20
4.1 Bacias Sanitárias .....	20
4.2 Torneira de pia, de tanque e de lavagem .....	26
4.3 Componentes economizadores .....	28
4.4 Aviso extravasor/Registro de limpeza da caixa d'água .....	32
<b>GLOSSÁRIO</b> .....	34
<b>PARA SABER MAIS</b> .....	35
<b>ANEXO</b> .....	36

Olá amigo (a)!!!

Você deve estar se perguntando por que estamos interessados em falar sobre o uso da água. Será que estamos querendo gastar menos água somente para economizar um dinheirinho no final do mês?

A maioria das pessoas pensa de forma equivocada quando se fala sobre esse assunto. Conversaremos um pouco neste manual sobre um problema que está se agravando a cada dia: nossa água está acabando....

Para facilitar a compreensão, imagine que **toda água da Terra** pudesse ser colocada dentro de uma garrafa plástica de 1 litro (ver Figura 1).

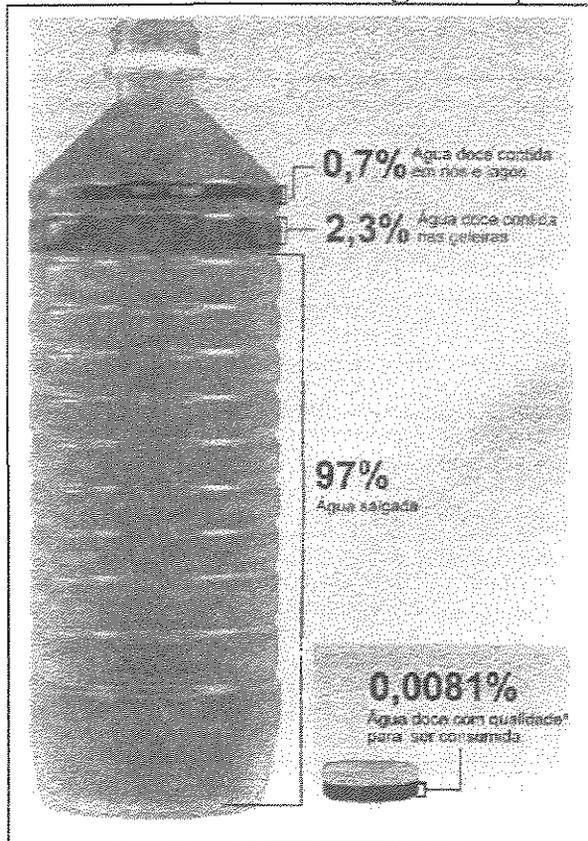


Figura 1: Associação da disponibilidade de água com uma garrafa

Fonte: Weber, 1998

Como pode-se ver na figura da garrafa ao lado, somente 0,7% de toda a água da Terra está disponível para nosso consumo, em rios e lagos.

Agora imagine a quantidade de água necessária para encher a tampinha desta garrafa. Esta é a quantidade de água doce disponível nos rios e lagos (o equivalente a 0,7%). Voltando ao exemplo da garrafa: isto significa que apenas 0,0081% da água doce disponível serve para o consumo humano.

Como se não bastasse, é cada vez mais difícil encontrar um rio ou lago que possa nos fornecer água de boa qualidade. A maioria deles está poluída ou encontra-se longe das cidades. Infelizmente, essa situação piora a cada dia.

Pensando nisso a Faculdade de Engenharia Civil em conjunto com a Prefeitura UNICAMP está desenvolvendo desde Maio de 1999 um programa que tem como objetivo principal conservar a água e evitar o seu desperdício dentro da nossa Universidade, o PRO-ÁGUA.

caminho, principalmente em tubulações danificadas. Também quando chega na residência do usuário, ela pode ser perdida em vazamentos nas tubulações e aparelhos sanitários. Isso é a **Perda**.

Nas Figuras 11 e 12 podem ser visualizadas as perdas nos sistemas urbanos de água e na alimentação (ramal predial) dos edifícios.

Os percentuais apresentados na Figura 11, foram obtidos através de testes realizados pela SANASA em redes novas de distribuição. A somatória destes percentuais totalizam 33,8% das perdas físicas ocorridas no sistema de abastecimento urbano. Este é um número que se repete, aproximadamente em todo o país.

A Figura 12 apresenta os percentuais dos vazamentos nos ramais prediais, dados este obtidos pela experiência da SANASA. As causas prováveis dos vazamentos podem ser originados por falhas em projetos e na construção, bem como, pela falta de manutenção dos sistemas prediais.

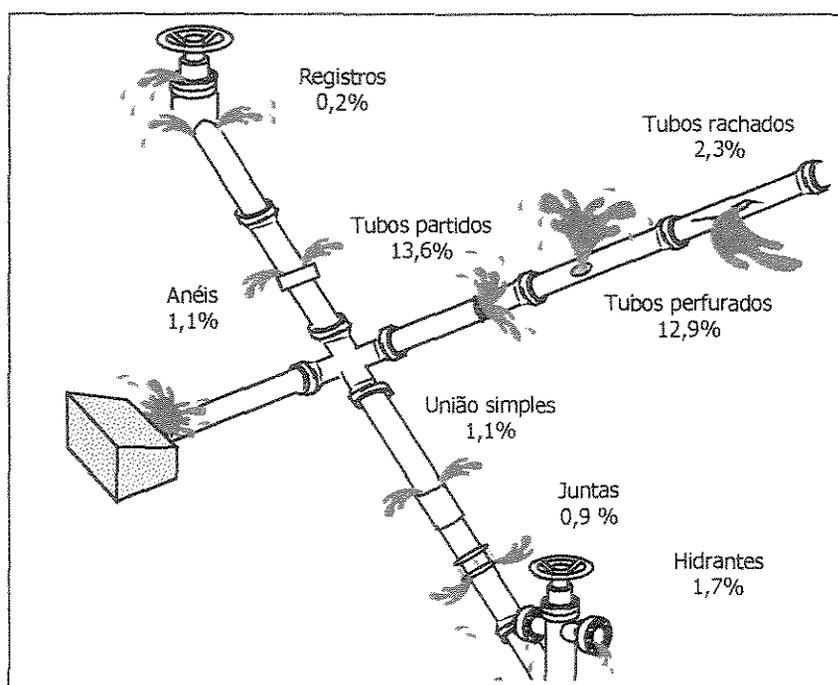
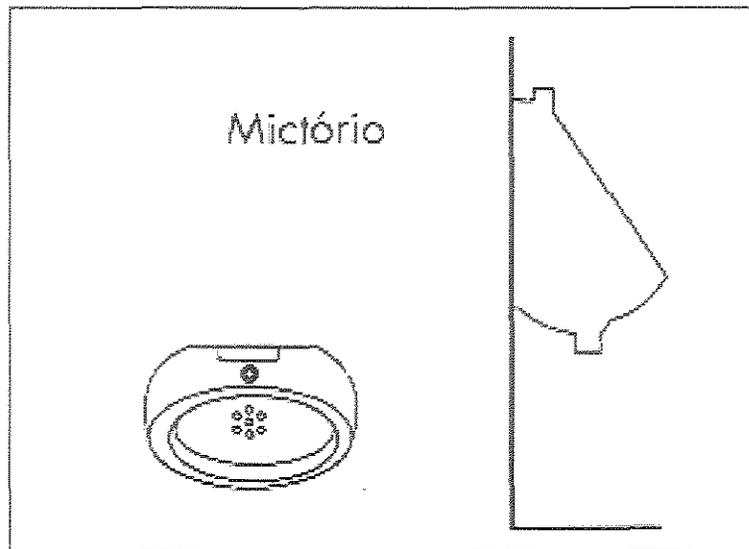
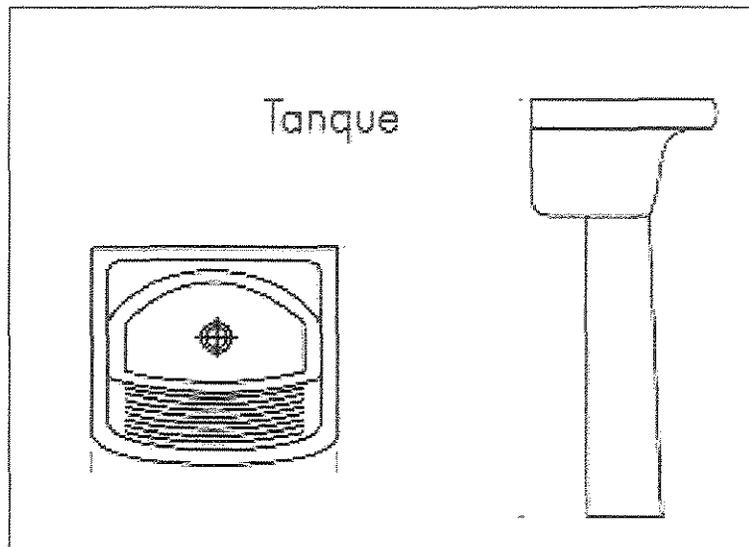


Figura 11: Vazamentos em Redes Publicas de Distribuição

Fonte: Silva et. al., 1998



(e)Mictório



(f) tanque

Figura 10: Aparelhos sanitários  
Fonte: [www.deca.com.br](http://www.deca.com.br) acessado em 16/01/01  
**Manual Técnico Tigre, 1991.**

### 3. DESPÉRDÍCIO E PERDA

Quando a água sai da estação de tratamento, 100% dela deveria ir para o usuário. Porém, não é isso que acontece. Alguma parte se perde no meio do

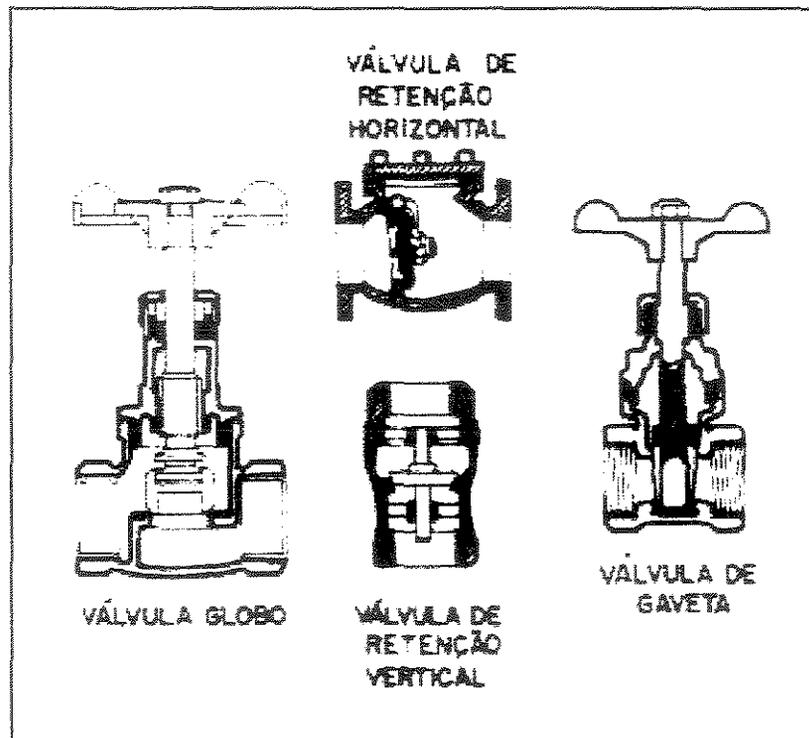


Figura 9: Válvulas ou Registros  
 Fonte: **Gonçalves et al., 2000.**

#### 2.1.4. Aparelhos Sanitários

A função básica dos aparelhos sanitários é a coleta das águas servidas proporcionando utilização confortável e higiênica. Entre os aparelhos sanitários usuais encontram-se:

- Bacia Sanitária:

- Com caixa acoplada – Figura 10(a);
- Com válvula de descarga – Figura 10(b);
- Com caixa elevada – Figura 10(c)

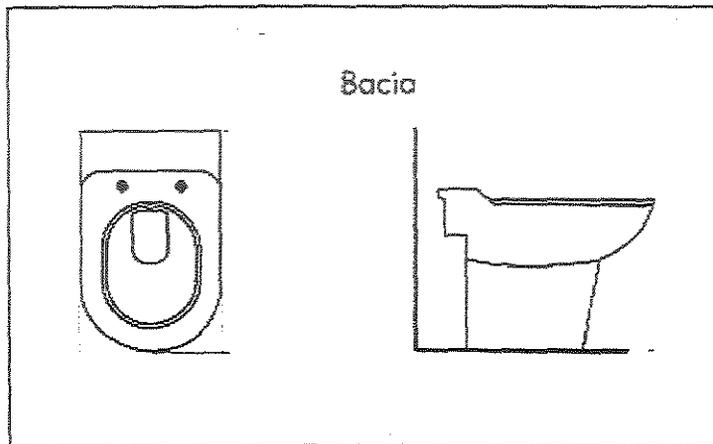
- Lavatório – Figura 10 (d);

- Mictório – Figura 10 (e);

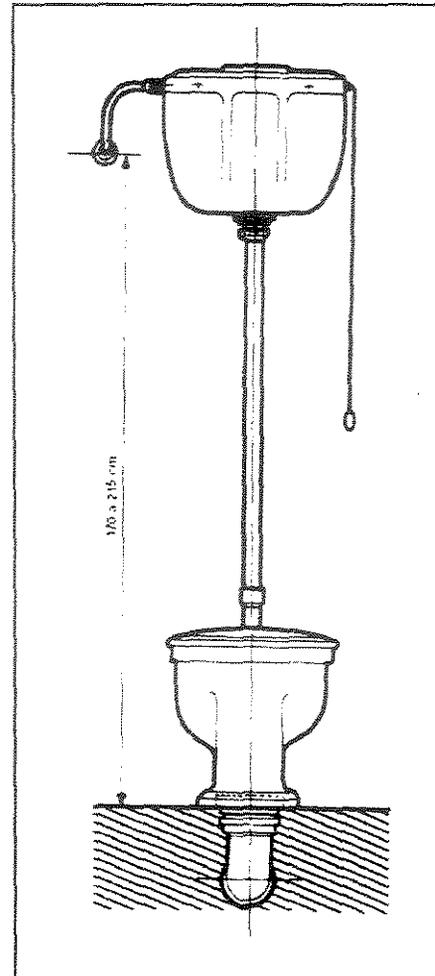
- Tanque – Figura 10 (f).



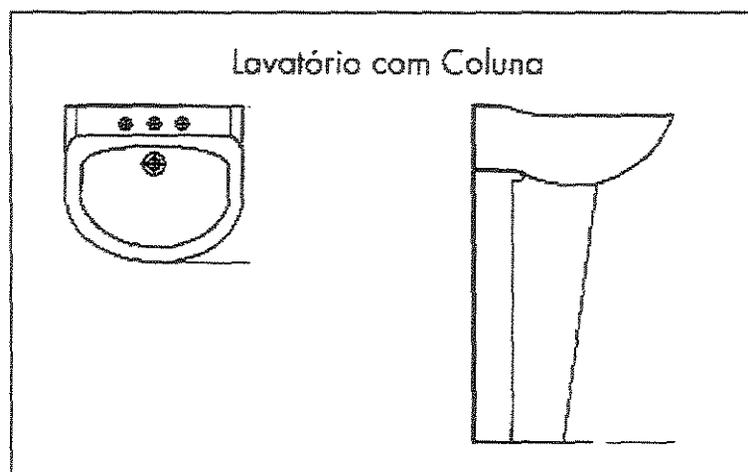
(a) Bacia com caixa acoplada



(b) Bacia com válvula de descarga



(c) Bacia com caixa elevada



(d) Lavatório com coluna

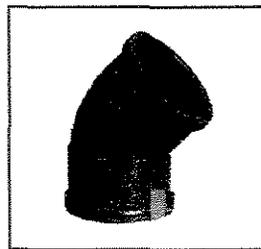
### 2.1.2 Conexões

São elementos cuja função é interligar tubos, tubos e aparelhos sanitários, tubo e equipamentos, além de viabilizar mudanças de direção e diâmetro das tubulações.

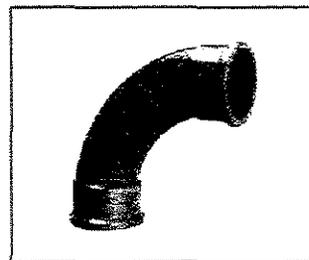
Os principais tipos de conexões usadas no sistema predial de água fria são:

- Conexões de mudança de direção – Figuras 8(a) e 8(b);
- Conexões de união – Figuras 8(c) e 8(d);
- Conexões de mudança de diâmetro – Figuras 8(e) e 8(f);
- Conexões de derivação – Figuras 8(g) e 8(h);
- Conexões de fechamento – Figuras 8(i)

- (1) PVC – Cloreto de polivinila
- (2) PEA – Politétileno de alta densidade
- (3) PEX – Politétileno reticulado



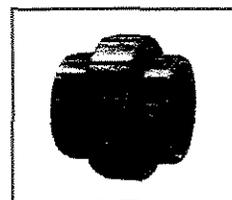
(a) Joelho de 45°



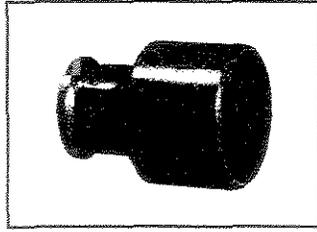
(b) Curva de 90°



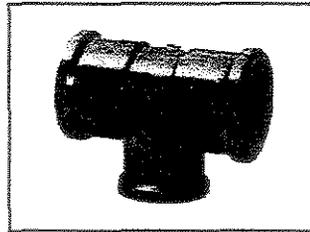
(c) Luva de correr soldável



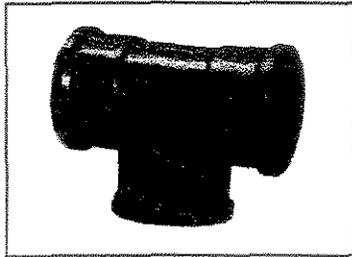
(d) União soldável



(e) Buchha de redução



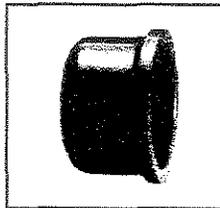
(f) Tê de redução



(g) Tê



(h) Junção



(i) Cap

Figura 8: Conexões empregadas no sistema predial de água fria  
Fonte: **Catálogo do Fabricante**

### 2.1.3 Registros (ou válvulas)

Servem para possibilitar o escoamento, controlar e interromper o fornecimento de água nas tubulações e nos aparelhos sanitários.

## 2. OS SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

O abastecimento de água dos edifícios pode ser feito por meio da rede pública ou a partir de fontes particulares. No caso da UNICAMP, este sistema é realizado das duas maneiras, ou seja, pela concessionária de águas local (SANASA) e por meio de poços artesianos.

O sistema predial de água fria pode ser classificado em direto ou indireto. No sistema direto (ver Figura 6), os pontos de consumo são alimentados diretamente pela rede pública. Já no sistema indireto (ver Figura 7), os pontos de consumo são alimentados por um reservatório (caixa d'água).

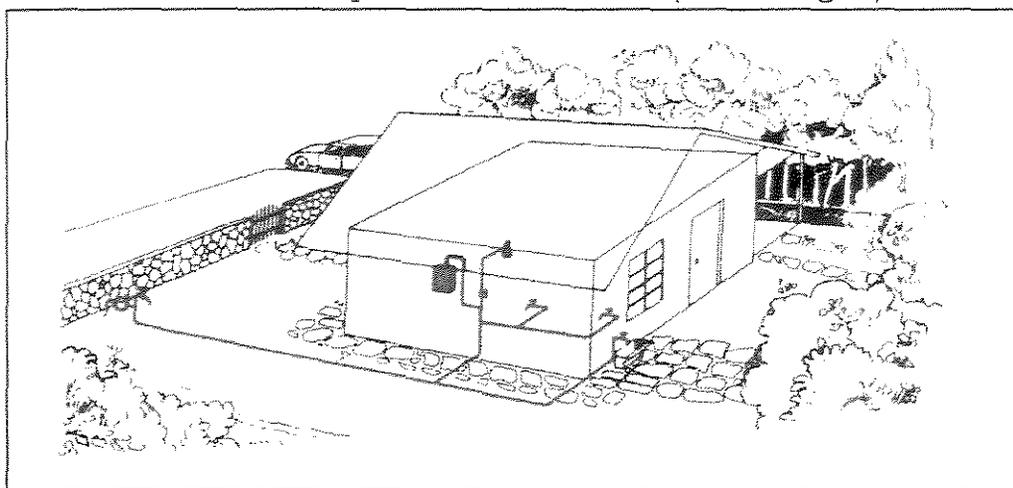


Figura 6: Sistema Direto  
Fonte: **Manual Técnico Tigre, 1991.**

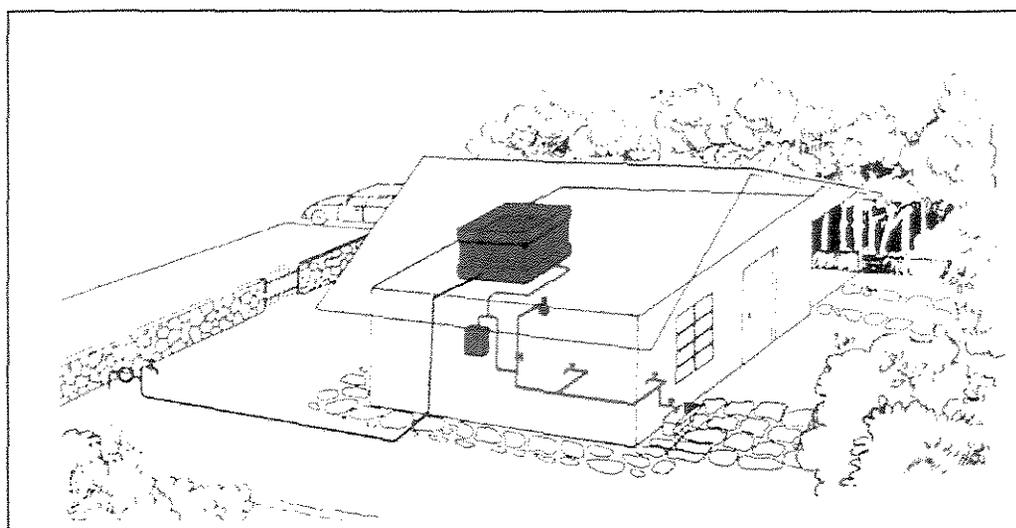


Figura 7: Sistema Indireto – abastecido por reservatório superior  
Fonte: **Manual Técnico Tigre, 1991.**

Nos edifícios do *campus* da UNICAMP são utilizados os dois sistemas, ou seja, alguns pontos de consumo, normalmente localizados nas extremidades dos edifícios, são abastecidos pela rua, enquanto que os demais são abastecidos por uma caixa d'água superior.

## **2.1 COMPONENTES DO SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA**

Os principais componentes dos sistemas prediais de água são os tubos, conexões, registros (ou válvulas) e aparelhos sanitários.

### **2.1.1. Tubos**

Os materiais empregados nos tubos do sistema de água fria são: os plásticos (PVC, PEX e PEAD) <sup>(1)</sup> e os metais (aço galvanizado e cobre).

#### a) Tubos plásticos

Dentre as vantagens de utilizar tubos plásticos destaca-se o fácil manuseio; geralmente possuem menor perda de pressão; não sofrem corrosão e possibilitam baixa transmissão de ruídos ao longo dos tubos. Como desvantagens, possuem baixa resistência ao calor; sofrem degradação por exposição prolongada aos raios solares; ao sofrerem combustão produzem fumaça e gases tóxicos e não podem ser utilizados imediatamente após a execução das juntas com as conexões e demais componentes.

#### b) Tubos metálicos

Possuem como vantagens uma maior resistência mecânica; menor deformação; não entram em combustão nas temperaturas usuais de incêndio nas edificações; possuem maior resistência às pressões e podem ser utilizados imediatamente após a execução das juntas. Como desvantagens geralmente apresentam maior dificuldade na montagem dos tubos e conexões; são sensíveis à corrosão; possibilitam alteração das características físico-químicas da água através da corrosão e de outros resíduos e podem provocar maiores perdas de pressão.

Por outro lado, se considerarmos o consumo de água da UNICAMP como um todo e não separadamente por edifício, as economias obtidas até Outubro de 2001 são apresentadas na Figura 5.

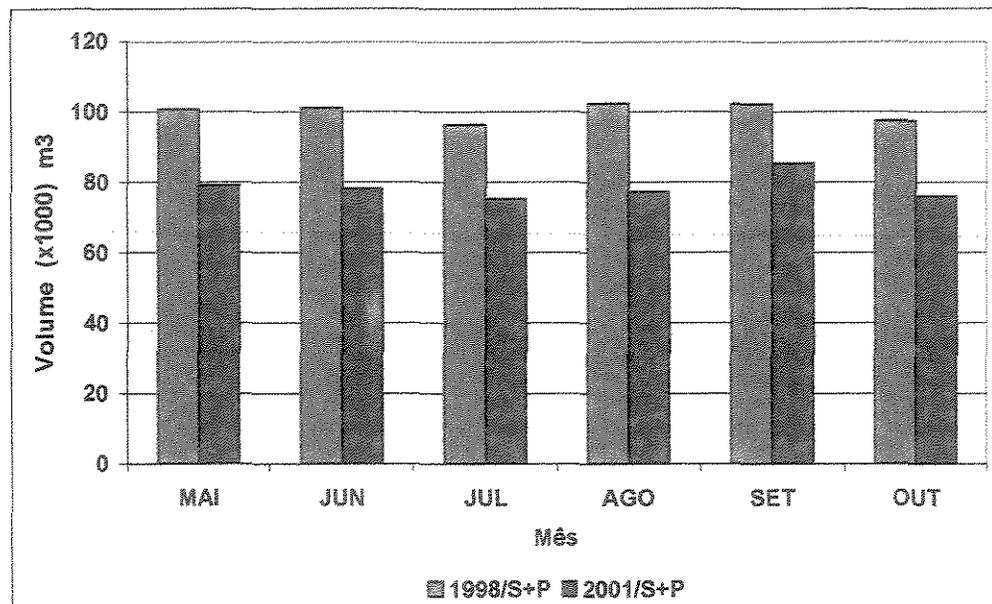


Figura 5: Consumo total de água na UNICAMP

Porém, manter em perfeitas condições de uso todos os pontos de consumo de água é muito difícil, devido ao grande número de edifícios (cerca de 250) existentes na UNICAMP, além de uma reduzida equipe de manutenção no escritório central.

É aí que contamos com você! Para que o sistema de água dos edifícios do *campus* possa estar em perfeito e constante funcionamento, é necessário que, em cada edifício tenha-se um responsável, não só pela localização dos vazamentos, mas também pela realização de pequenos reparos.

A intenção deste manual é informar a você, responsável pela manutenção de sua unidade ou instituto, como proceder para que o projeto continue dando frutos. Procuraremos deixar clara a maneira mais adequada para localizar os vazamentos possam ser localizados e, até mesmo, evitados. Este trabalho não é só importante para UNICAMP, mas para a comunidade em geral e para o meio ambiente.

Antes de explicarmos a você as atividades desempenhadas pelo pessoal que trabalha no projeto, apresentaremos algumas noções básicas de sistemas prediais de água fria.

finalizada a Etapa 1 da FASE I. O processo de tramitação das solicitações de serviços, o qual envolve a solicitação propriamente dita, a execução do serviço e o arquivamento do pedido, é extremamente demorado. Tendo em vista a otimização deste processo, foi solicitado as Unidades e demais órgãos que designassem um gestor para os edifícios sob sua direção. O Gestor do edifício, que não é necessariamente um técnico especializado, terá como função a detecção dos vazamentos nos pontos de consumo e encaminhamento da ordem de serviço (O.S.) via *internet*. Está em processo de criação um grupo tarefa no ESTEC, o qual atenderá as ordens de serviço emitidas pelas Unidades ou Órgãos. Como existirá um formulário eletrônico, será possível atualizar o banco de dados citado, criando-se um histórico de manutenção dos aparelhos sanitários existentes no *campus* e agilizando o processo como um todo.

Apesar de não estar concluído ainda, com o PRÓ-ÁGUA o consumo de água da UNICAMP reduziu significativamente.

A Figura 4 apresentada alguns exemplos dos ganhos já conseguidos em alguns edifícios.

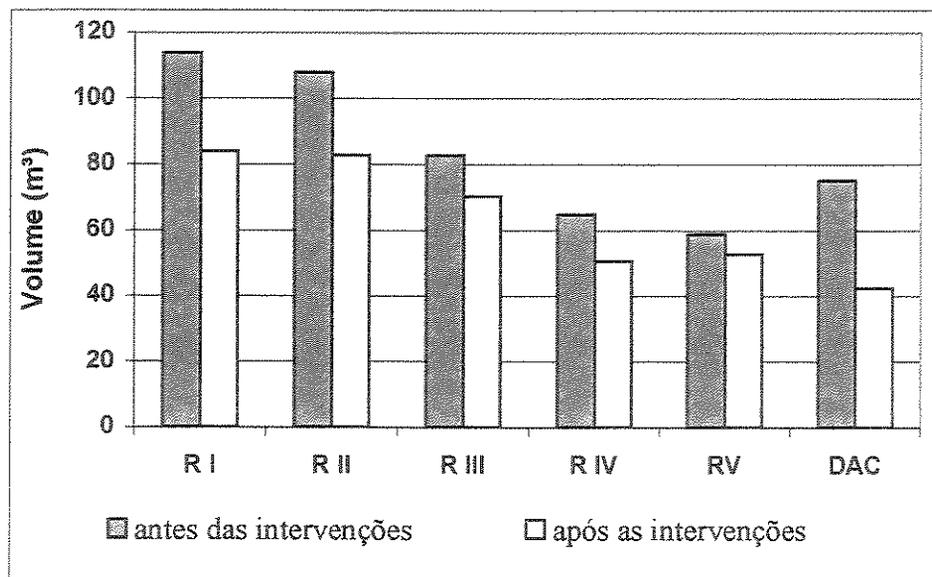


Figura 4: Impacto de redução do consumo de água  
Fonte: Ilha et al., 2000.

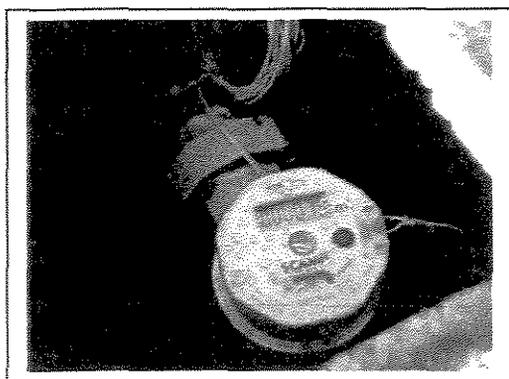


Figura 2: Medidor eletrônico

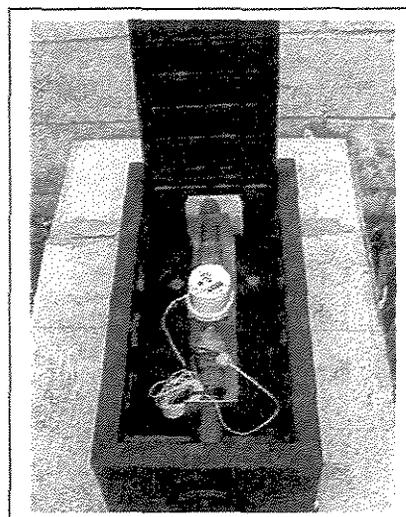


Figura 3: Instalação do medidor

**Etapa 4: Instalação de componentes economizadores.** Esta etapa encontra-se em andamento e seus procedimentos serão explicados adiante.

**Etapa 5: Avaliação do desempenho dos componentes economizadores pelos usuários.** Após a instalação e ajuste dos componentes economizadores foi aplicado um questionário para a avaliação do desempenho das torneiras economizadoras pela população fixa dos edifícios do *campus*.

## **FASE II:**

**Etapa 1: Análise de tecnologias economizadoras para usos específicos.** Na Fase I do PRO-ÁGUA foram contemplados, no que se refere à avaliação e instalação de tecnologias economizadoras, apenas os pontos de consumo localizados nos banheiros do *campus*. Porém, existem vários outros tipos de uso de água, basicamente nos laboratórios de pesquisa e nos setores de saúde, denominados de “usos específicos”. Esta em andamento a elaboração de um diagnóstico para a indicação de quais tecnologias economizadoras deveriam ser instaladas.

**Etapa 2: Implantação de sistema de gestão dos sistemas prediais:** Atualmente existe um banco de dados eletrônico com a localização de todos os pontos de consumo de água do *campus*, desenvolvido pela equipe do PRO-ÁGUA, atualizado até Dezembro de 2000, quando foi

## 1. O PROJETO DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA DA UNICAMP

As principais atividades que foram desenvolvidas neste projeto são:

### **FASE I:**

**Etapa 1: Levantamento cadastral.** Os pontos levantados foram os seguintes:

- Lavatório (Lav.);
- pia;
- bebedouro (BD);
- Bacia sanitária com válvula (BSV);
- Bacia sanitária com caixa acoplada (BSCX);
- Bacia sanitária com caixa elevada (BC);
- Mictório (Mic);
- Torneiras de uso geral (TUG);
- Bidê, etc.

Esta etapa foi necessária devido à autonomia das unidades em executarem reformas em seus edifícios, as quais nem sempre são repassadas para o escritório técnico (ESTEC). Esta etapa já encontra-se finalizada.

**Etapa 2: Detecção e Conserto de Vazamentos.** Esta etapa foi realizada em conjunto com a Etapa 1, e consiste na inspeção visual dos pontos de consumo de água. Também foram realizados testes expeditos para a detecção de vazamentos em bacias sanitárias. Após a detecção, foi procedido o conserto dos vazamentos com auxílio de dois encanadores do PRO-ÁGUA.

**Etapa 3: Implantação de Telemedição.** Antes da implantação do Programa de Conservação de Água na UNICAMP, o abastecimento de água no *campus* era macromedido através de seis hidrômetros da concessionária de água local (SANASA). Foram instalados, em todas as unidades, medidores eletrônicos conectados via cabo telefônico, cujos dados são transmitidos para uma central de computador. Com isto, o consumo de cada edifício (ou grupo de edifícios) pode ser acompanhado e, caso existam grandes vazamentos, os mesmos podem ser rapidamente detectados pelo aumento do volume consumido num determinado período de tempo.

As Figuras 2 e 3 apresentam um medidor eletrônico e a sua instalação em campo.

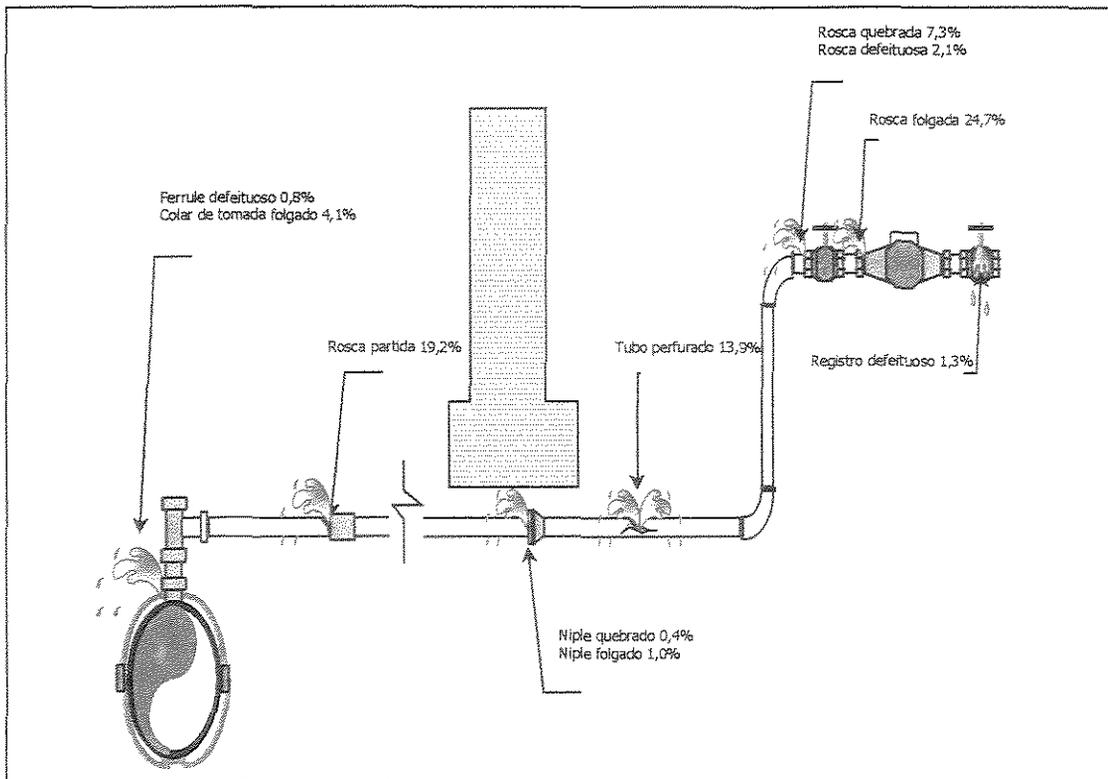


Figura 12: Vazamentos em Ramais - Fonte: Silva et. al., 1998.

**Desperdício** é o mau uso da água, por exemplo, quando o usuário esquece a torneira aberta, após ou durante alguma atividade.

A Tabela 1 apresenta valores de desperdício ocasionados por uma torneira deixada aberta ou com vazamento.

Tabela 1: Valores médios de perda diária de água causada por torneiras abertas e/ou com vazamentos

TIPO DE VAZAMENTO	FREQÜÊNCIA (Gotas/minuto)	PERDA DIÁRIA (litros/dia)
Gotejamento lento	Até 40	06 a 10
Gotejamento médio	40 < gotas ≤ 80	10 a 20
Gotejamento rápido	80 < gotas ≤ 120	20 a 32
Gotejamento muito rápido	Impossível de contar	>32
Filete $\phi \approx 2$ mm	---	>114
Filete $\phi \approx 4$ mm	---	>333

Fonte: adaptado de **Gonçalves et al. (2000)**.

Resumindo:

**Perda:** é toda água que escapa antes de ser utilizada

**Desperdício:** é toda água disponível não usada

E portanto, o **consumo** total de água de uma edificação é dado por:

$$\text{CONSUMO} = \text{PERDA} + \text{DESPERDÍCIO} + \text{USO}$$

### **3.1 O QUE USAMOS E O QUE DESPERDIÇAMOS ?**

Você tem idéia de quantos litros de água você gasta por dia? Para que seu corpo funcione bem, ele consome 2,8 litros de água diariamente. As pesquisas indicam que um habitante de uma cidade de tamanho médio consome cerca de 150 a 200 litros de água todos os dias!!! O que você acha desses números? É assustador, não é? Toda essa água ajuda você a realizar suas atividades normais do dia-a-dia. Você toma banho, bebe água, escova os dentes, cozinha, lava-roupas, usa eletrodomésticos, lava quintais, lava louças ...

As pessoas não podem parar de fazer essas coisas, mas podem fazê-las gastando menos água.

Você sabia que.....

	Escovar os dentes durante 5 minutos com a torneira meio aberta ela gastará cerca de 12 litros de água? No entanto, se você molhar a escova, fechar a torneira enquanto escova os dentes e enxaguar a boca com um copo d'água, o gasto seria reduzido para 1 litro d'água.
	Lavar a louça com a torneira da pia meio aberta, durante 15 minutos gasta mais ou menos 117 litros de água ?
	Para lavar o carro com a mangueira constantemente aberta, gasta-se aproximadamente 560 litros de água. Se você utilizar um balde para evitar que a torneira fique aberta, você lavará o carro usando menos de 100 litros...
	Lavar a calçada utilizando a mangueira de água como vassoura, durante 15 minutos, você está gastando nada mais nada menos que 280 litros de água? Você não acha que esta tarefa poderia ser feita com uma vassoura comum sem utilizar água?
	Ao se barbear durante 5 minutos com a torneira aberta, você está jogando fora 12 litros de água? Você não acha isso absurdo?

Figura 13: Desperdício de água por uso inadequado

Fonte: [www.sabesp.com.br](http://www.sabesp.com.br) acessado em 24/08/2000.

E aí? Temos ou não que mudar os nossos hábitos de consumo e consertar os vazamentos, levando a água a sério? Afinal nós, nossos filhos e seus descendentes precisarão dela para sobreviver...

### 3.2 COMO ELIMINAR AS PERDAS NOS SISTEMAS DE ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES ?

A redução ou até mesmo a eliminação das perdas depende muito de você que, ao fazer a manutenção de urgência, corretiva e preventiva na sua edificação, evitará que uma grande quantidade de água seja desperdiçada.

A **manutenção corretiva** consiste de uma série de atividades que têm por objetivo corrigir os vazamentos encontrados nas tubulações, torneiras, bacias sanitárias e demais componentes do sistema de água dos edifícios. **Ou seja: o objetivo é corrigir.**

A **manutenção preventiva** consiste num conjunto de atividades que procuram evitar que os problemas apareçam, mantendo o sistema de água em condições normais de funcionamento. **Ou seja, o objetivo é prevenir.**

Aqui estão alguns tipos de perda de água que foram encontrados nos edifícios do *campus* da UNICAMP:

- Torneiras (de lavatórios, pias, para lavagem, de tanques) gotejando ou com defeito no fechamento;
- Válvula de descarga desregulada ou com defeito nos reparos;
- Torneira de bóia de caixa acoplada desregulada ou com defeito;
- Registro de fechamento dos mictórios permanentemente abertos;
- Torneiras de bóia dos reservatórios quebradas ou funcionando inadequadamente.

Um dado importante: com uma bacia com caixa acoplada vazando, verificamos em um dos edifícios da UNICAMP, uma diferença de 5,5 m<sup>3</sup>/dia de um dia para o outro, ou seja, o consumo médio diário deste edifício encontra-se na faixa de 4,3 m<sup>3</sup>/dia e com o vazamento passou para aproximadamente 9,8 m<sup>3</sup>/dia.

Para que você nos ajude nessa tarefa de combater essas perdas, explicaremos como fazer a **detecção dos vazamentos, a manutenção corretiva e a preventiva** em cada aparelho sanitário/ponto de consumo de água.

Os vazamentos podem ser:

- **Visíveis:** são facilmente detectados pelos usuários e podem ocorrer em pontos de utilização, como torneiras, registros e chuveiros.

- **Não-visíveis:** dificilmente são detectados pelos usuários, por ocorrerem em tubulações enterradas ou embutidas, em pisos ou em paredes. Podem também ocorrer em reservatórios enterrados.

Os vazamentos não-visíveis podem ser detectados pelos seguintes testes:

- **Testes especiais:** utilização de equipamentos tais como: haste de escuta (ver Figura 14 a) e geofone eletrônico (ver Figura 14 b).
- **Testes expeditos:** Teste da sucção (ver Figura 15) e o teste da bacia sanitária, o qual se encontra em anexo.

O teste de sucção destina-se à detecção de vazamentos em ramal predial e consiste em:

- Verificar a torneira com a cota mais alta em relação ao piso (normalmente de tanque ou de jardim);
- Verificar se a torneira escolhida recebe água diretamente da rede pública;
- Encher um copo d'água;
- Não abra nenhuma torneira e nem dê descarga nas bacias sanitárias;
- Caso tenha um reservatório que esteja abaixo do nível do alimentador predial (por exemplo subsolo), amarre a torneira de bóia;
- Feche o registro do cavalete;

Para que você nos ajude nessa tarefa de combater essas perdas, explicaremos como fazer a **detecção dos vazamentos, a manutenção corretiva e a preventiva** em cada aparelho sanitário/ponto de consumo de água.

Os vazamentos podem ser:

- **Visíveis:** são facilmente detectados pelos usuários e podem ocorrer em pontos de utilização, como torneiras, registros e chuveiros.
- **Não-visíveis:** dificilmente são detectados pelos usuários, por ocorrerem em tubulações enterradas ou embutidas, em pisos ou em paredes. Podem também ocorrer em reservatórios enterrados.

Os vazamentos não-visíveis podem ser detectados pelos seguintes testes:

- **Testes especiais:** utilização de equipamentos tais como: haste de escuta (ver Figura 14 a) e geofone eletrônico (ver Figura 14 b).
- **Testes expeditos:** Teste da sucção (ver Figura 15) e o teste da bacia sanitária, o qual se encontra em anexo

O teste de sucção destina-se à detecção de vazamentos em ramal predial e consiste em:

- Verificar a torneira com a cota mais alta em relação ao piso (normalmente de tanque ou de jardim);
- Verificar se a torneira escolhida recebe água diretamente da rede pública;
- Encher um copo d'água;
- Não abra nenhuma torneira e nem dê descarga nas bacias sanitárias;
- Caso tenha um reservatório que esteja abaixo do nível do alimentador predial (por exemplo subsolo), amarre a torneira de bóia;
- Feche o registro do cavalete;
- Abra a torneira escolhida e espere a água da tubulação escoar;
- Coloque o copo cheio d'água na bica da torneira (ver Figura 15);
- Se a torneira puxar a água do copo, há vazamento.

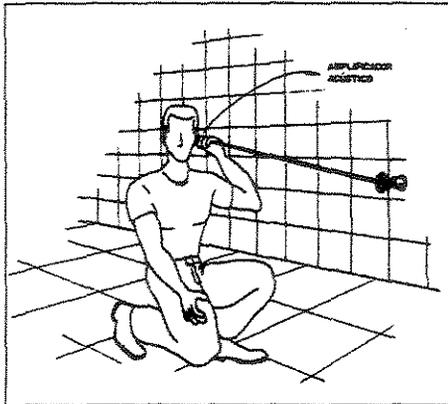


Figura 14: Equipamentos para a realização de testes especiais

Fonte: **Gonçalves et al. 2000**

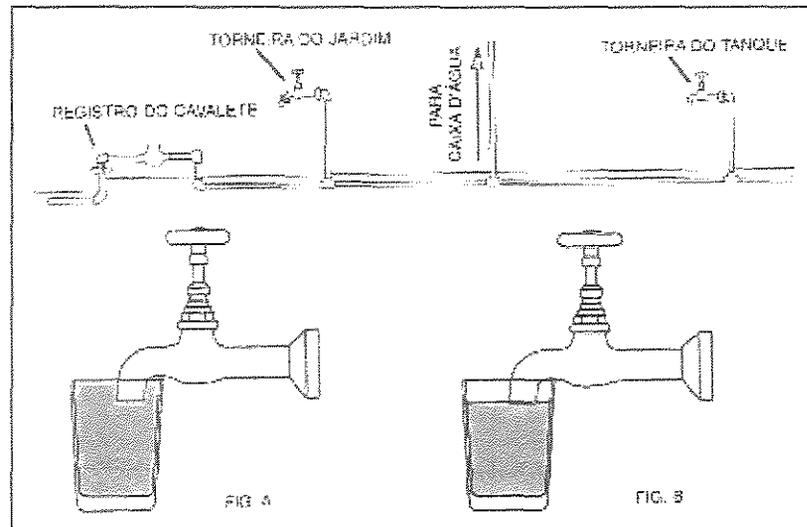


Figura 15: Teste de sucção

Fonte: [www.uniagua.org.br](http://www.uniagua.org.br) acessado em 24/01/01

## 4 DETECÇÃO DE VAZAMENTO E MANUTENÇÃO DOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO/APARELHOS SANITÁRIOS

### 4.1 BACIA SANITÁRIA

#### 4.1.1 BACIA SANITÁRIA COM CAIXA ACOPLADA

- **Princípio de Funcionamento**

Ao apertar o botão de acionamento, a alavanca se move, levantando o cordão de acionamento e a comporta, possibilitando a saída da água. Com o esvaziamento da água da caixa, a torneira de bóia desce, acionando a válvula de entrada de água. A caixa, então começa a encher, e só para quando a torneira de bóia voltar a posição horizontal.

Os componentes citados podem ser visualizados na Figura 16 .

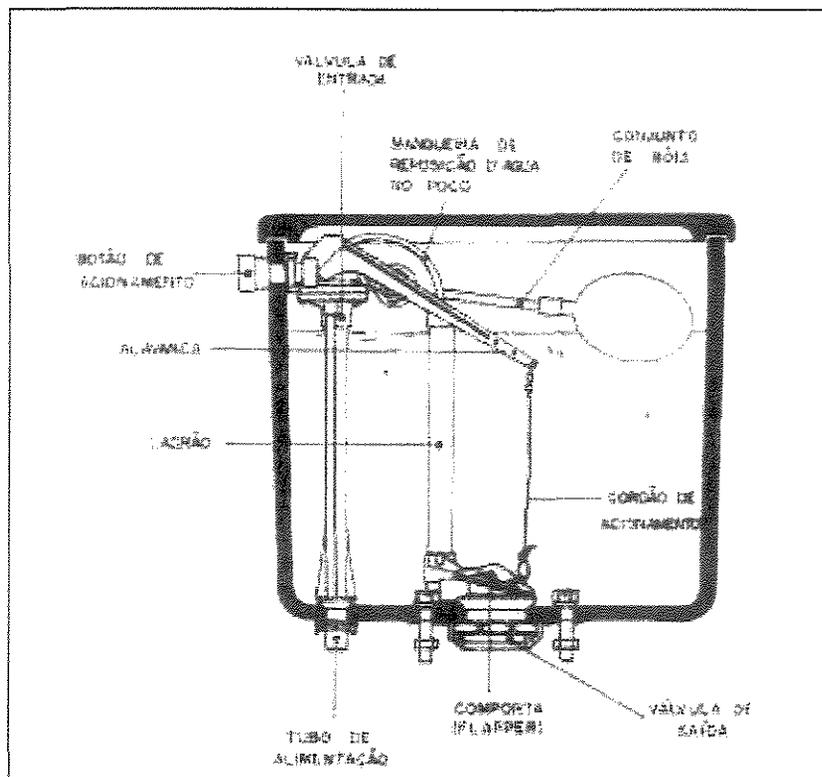


Figura 16: Componentes da Caixa Acoplada  
Fonte: **Gonçalves et al. (2000)**

• **Deteccção de Vazamentos:**

- 1) Tire a tampa da caixa acoplada e verifique se está escapando água pelo ladrão;
- 2) Prossiga com o teste da caneta descrito acima;
- 3) Se alguns filetes contínuos de água removerem a tinta da caneta pode ser que:
  - a) A corrente da comporta esteja curta e impossibilitando a vedação da saída de água;
  - b) A comporta esteja deformada ou suja;
  - c) Tenha água acumulada na argola da bacia;
  - d) Para verificar se há água acumulada na argola, desconecte o flexível e esvazie a caixa acoplada. Refaça o teste da caneta. Se os filetes de água removerem a tinta, significa que existe água acumulada na argola e isto **NÃO É VAZAMENTO**.

- **Manutenção Corretiva:**

- 1) Se estiver vazando água pelo ladrão, regule a bóia;
- 2) Se tiver sido detectado vazamento pode ser que a haja problema na comporta ou na corrente. Verifique se a corrente está curta, caso esteja, troque-a. Caso contrário, o problema é na comporta. Ela pode estar apenas suja ou deformada. Se ela estiver suja, basta limpá-la; se estiver deformada, deverá ser trocada.;
- 3) Se os dois passos anteriores foram feitos e o vazamento não cessou, deve-se trocar todo o conjunto da caixa acoplada.

- **Manutenção Preventiva:**

- 1) Verificar se há vazamento pelo ladrão; e
- 2) Realizar limpeza no conjunto da caixa acoplada.

#### **4.1.2 BACIA SANITÁRIA COM VÁLVULA DE DESCARGA**

##### **Princípio de Funcionamento**

Quando a válvula de descarga é acionada a pressão hidráulica no interior da câmara de compensação (A) sofre um alívio e, conseqüentemente, o pistão (B) é deslocado, liberando a passagem de água. Quando o botão de acionamento é solto, a mola (C), provoca fechamento da passagem de água na câmara de compensação (A), iniciando o fechamento temporizado

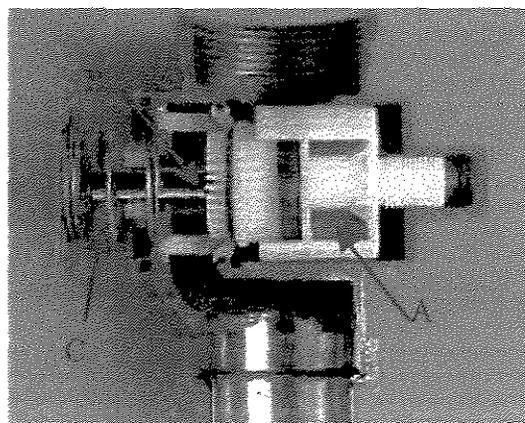


Figura 17: Válvula de descarga  
Fonte: **Catálogo do Fabricante**

- **Deteccção de Vazamentos**

- 1) Realize o teste da caneta, cuja a descrição encontra-se em anexo;
- 2) Para certificar-se da existência do vazamento, feche o registro que se posiciona antes da válvula ou o registro geral da caixa d'água.

3) Após mais ou menos 10 min realize novamente o teste da caneta, se continuar a escorrer a tinta tenha certeza: esta água é a que fica acumulada na argola da bacia ou no cano abaixo da válvula. Caso contrário, podemos afirmar que a água que vazou no primeiro teste da caneta passou pela válvula e existe vazamento

- **Manutenção Corretiva**

1) Se foi detectado vazamento na válvula, trocar todo o KIT de reparo da válvula, seguindo os passos ilustrados nas Figuras 18, 19 e 20.

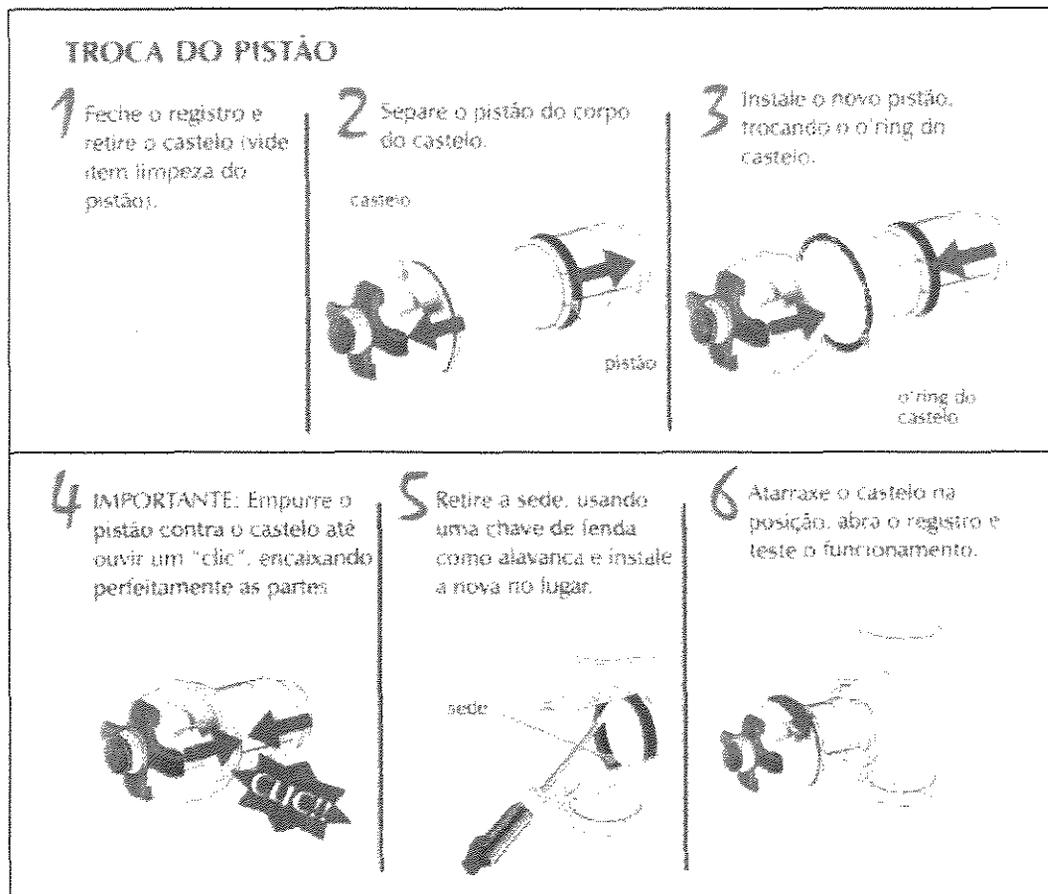


Figura 18: Troca do pistão  
Fonte: **Catálogo do fabricante**

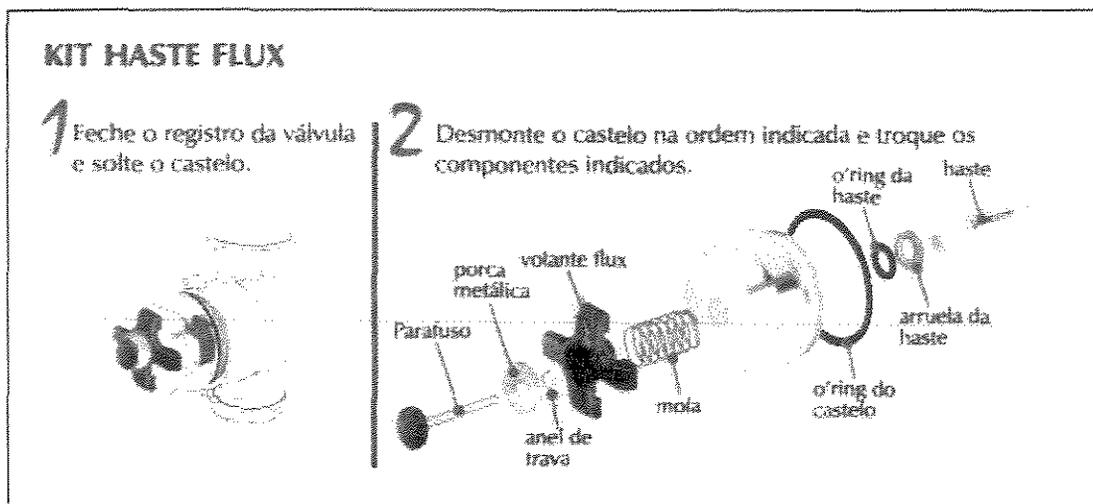
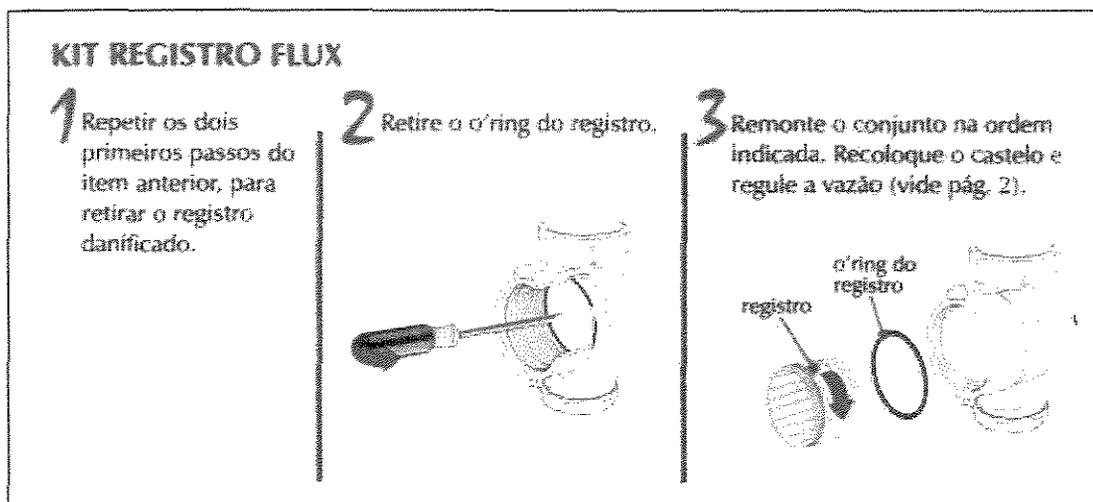


Figura 19: KIT Haste  
Fonte: **Catálogo do fabricante**



FFigura 20: KIT Registro Flux  
Fonte: **Catálogo do fabricante**

• **Manutenção Preventiva**

- 1) Verificar, através dos testes já descritos, se ocorre vazamento. A periodicidade da realização dos testes depende da intensidade de uso da válvula. Recomenda-se, para os banheiros com grande acesso de público, uma revisão a cada 20 dias. E em banheiros com menor utilização, uma revisão a cada 2 meses.
- 2) Fazer limpeza na válvula, seguindo os passos ilustrados nas Figuras 21 e 22.

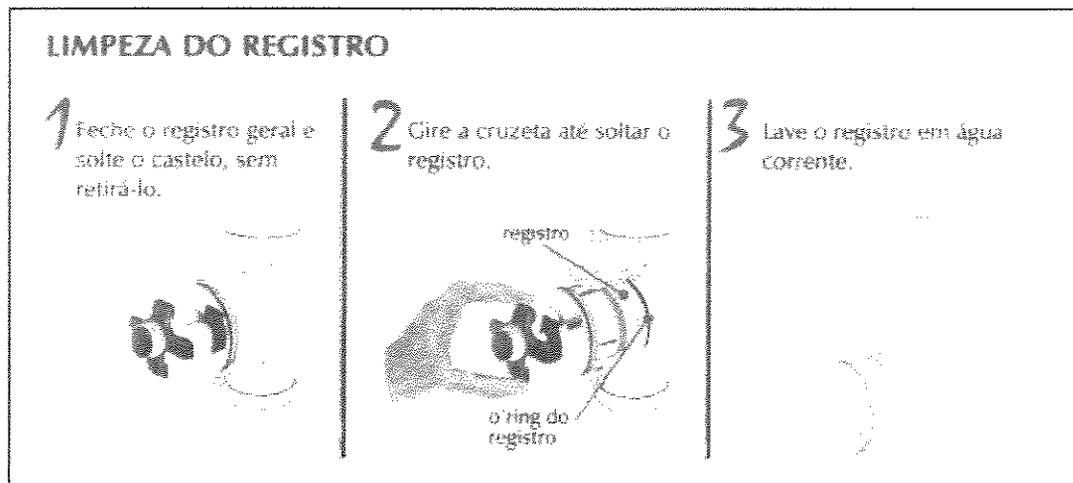
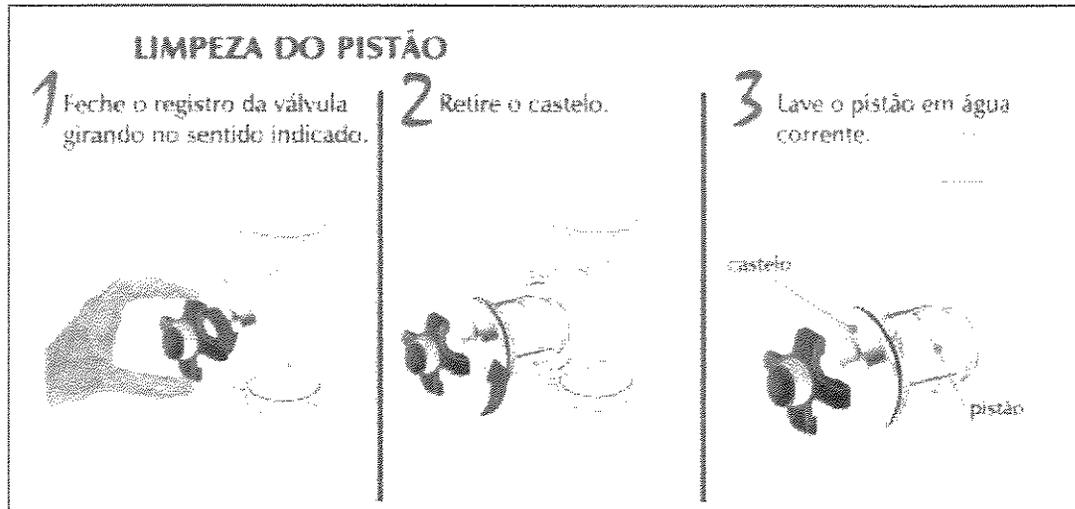


Figura 22: Limpeza do Registro  
Fonte: **Catálogo do fabricante**

#### 4.2 TORNEIRAS DE PIA, DE TANQUE E DE LAVAGEM

- **Deteccção de vazamentos**

1) Teste visual no aparelho, verificando:

- Se há vazamento no registro da torneira ao abri-lo;
- Se há gotejamento na torneira enquanto o registro está fechado.

- **Manutenção corretiva**

1) Você deve verificar o estado do vedante (“courinho”). Se necessário, troque-o;

2) Verifique se há vazamento pela haste, obturador e/ou registro. Caso exista vazamento:

- Aperte as partes móveis;
- Substitua o vedante (courinho) se danificado;
- Substitua o mecanismo de vedação (MVS);
- Substitua o castelo;
- Se o defeito não for sanado, substitua o componente inteiro, ou seja, troque a torneira.

3) Verifique se há vazamento pela junta entre o componente (torneira) e a conexão, se houver:

- Refaça a junta substituindo a vedação (veda rosca);
- Se o defeito não for sanado, substitua a conexão.

Para uma melhor ilustração, a Tabela 2 apresenta um resumo dos problemas que ocorrem em torneiras convencionais e a Figura 23 mostra as partes componentes destas torneiras.

Tabela 2: Problemas, causas prováveis e soluções para torneiras

<b>PROBLEMA</b>	<b>CAUSA PROVÁVEL</b>	<b>SOLUÇÃO</b>
Vazamento pela haste ou castelo	Anel da haste cortado ou deformado	Trocar o Anel
Gotejamento e / ou Filetes	Vedante cortado	Trocar o vedante
	Vedante sujo	Limpeza do vedante
	Sede gasta	Substituição da torneira
Dificuldade de Fechamento	Haste danificada ou rosca espanada	Substituição do MVS, ou da torneira

Fonte: Adaptado de **Gonçalves et al. (2000)**

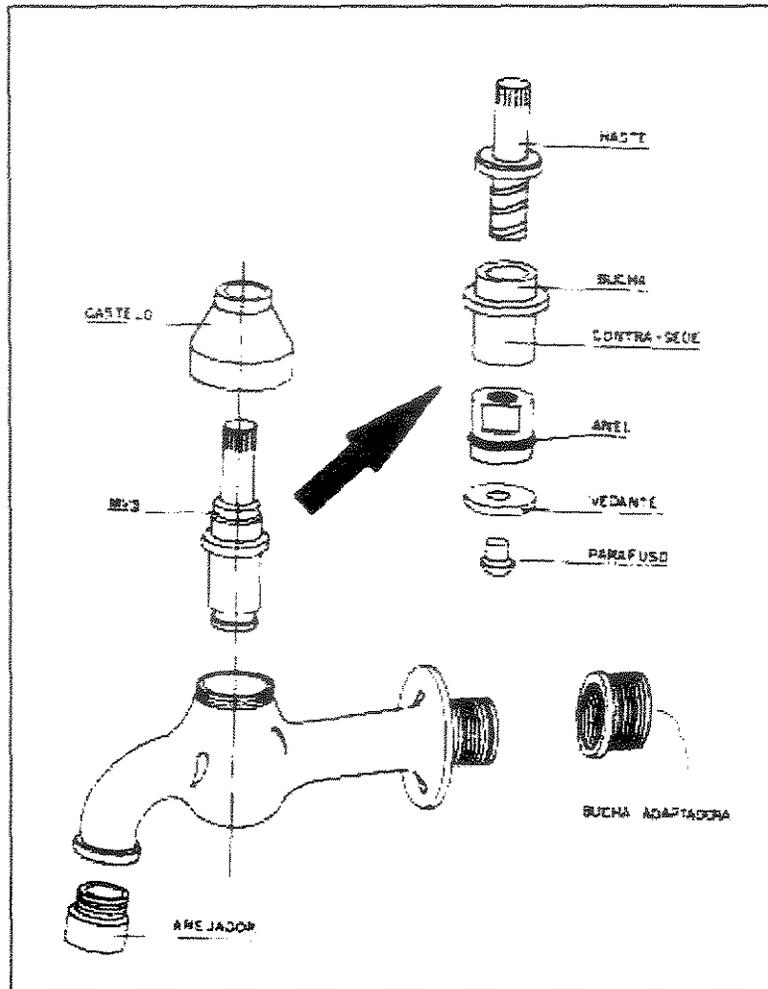


Figura 23: Componentes de uma torneira convencional

Fonte: **Gonçalves et al. (2000)**

- **Manutenção preventiva**

- 1) Verificar se há algum vazamento nas torneiras ou registros.

#### **4.3 COMPONENTES ECONOMIZADORES**

- **Princípio de Funcionamento**

O princípio de funcionamento das torneiras hidromecânicas (ver Figura 24), tanto para lavatórios como para mictórios ocorre pela atuação de duas forças simultâneas (pressão da água) e a mecânica (acionamento manual do botão).

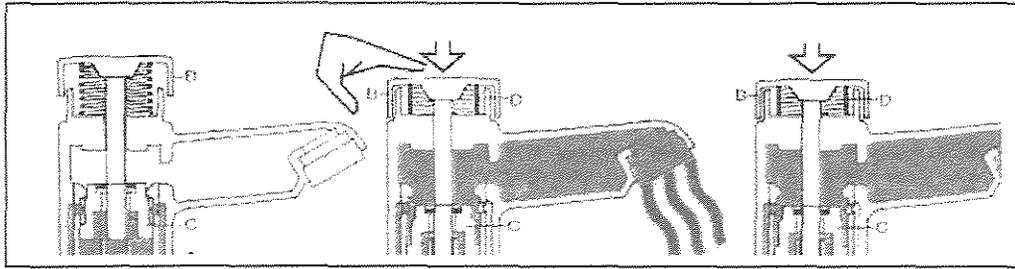


Figura 24: Princípio de Funcionamento de torneiras hidromecânicas

Fonte: **Catálogo do Fabricante**

Ao apertar o botão de acionamento (B), pressão hidráulica no interior da câmara de compensação (A) sofre um alívio e, conseqüentemente, o pistão (C) é deslocado, liberando a passagem de água. Quando o botão de acionamento é solto, a mola (D), provoca fechamento da passagem de água na câmara de compensação (A), iniciando o fechamento temporizado com um tempo pré - determinado.

#### 4.3.1 Torneiras para Lavatórios

- **Deteccção de Vazamentos**

- 1) Teste visual no aparelho: observe se há vazamento no acionador e se a torneira está gotejando após seu fechamento.

- **Manutenção Corretiva**

- 1) Os fabricantes dos componentes economizadores oferecem cursos de treinamento para a manutenção desses componentes. Se você já fez curso de manutenção dado pela Docol e/ou pela Fabrimar e achar que tem condições de fazer o reparo, vá em frente! Senão, acione a assistência técnica por eles oferecida.

- **Manutenção Preventiva**

- 1) Verifique, de 3 em 3 meses, se o tempo de fechamento das torneiras estão corretos (8 a 12 segundos). Para medir o tempo de funcionamento da torneira utilize um relógio comum ou um cronômetro;
- 2) Verifique se a vazão está correta. Acione o cronômetro assim que soltar a mão da torneira. Use um frasco graduado para recolher toda a água que sair da torneira durante seu tempo de funcionamento. Faça a

leitura do volume de água contida no frasco e do tempo. Para calcular a vazão utilize a seguinte relação:

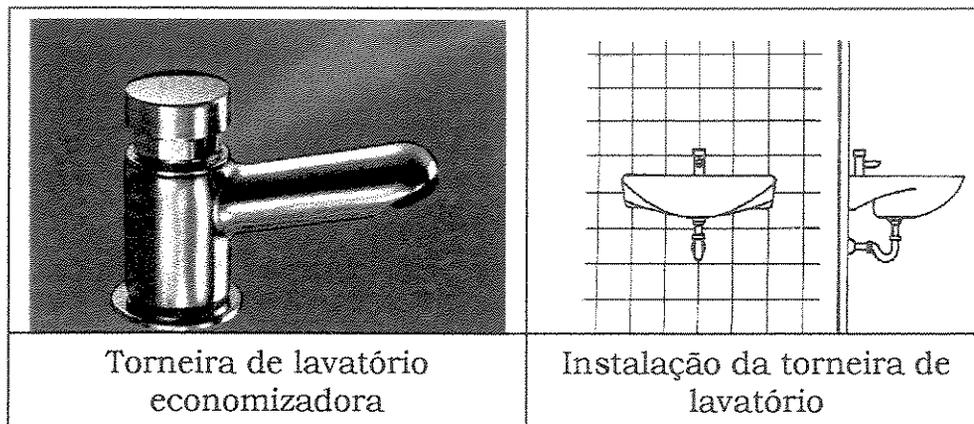
$$\text{Vazão} = \frac{\text{Volume de água contida no frasco}}{\text{Tempo de funcionamento da torneira}} \quad (\text{litros/segundo})$$

O valor calculado para a vazão deve ser superior a 0,05 l/s. Se a vazão estiver abaixo do valor esperado, gire o regulador de vazão no sentido horário. Refaça o teste da vazão e verifique se a mesma é maior que 0,05 l/s.

3) Verifique se as torneiras apresentam vazamentos e/ou defeitos.

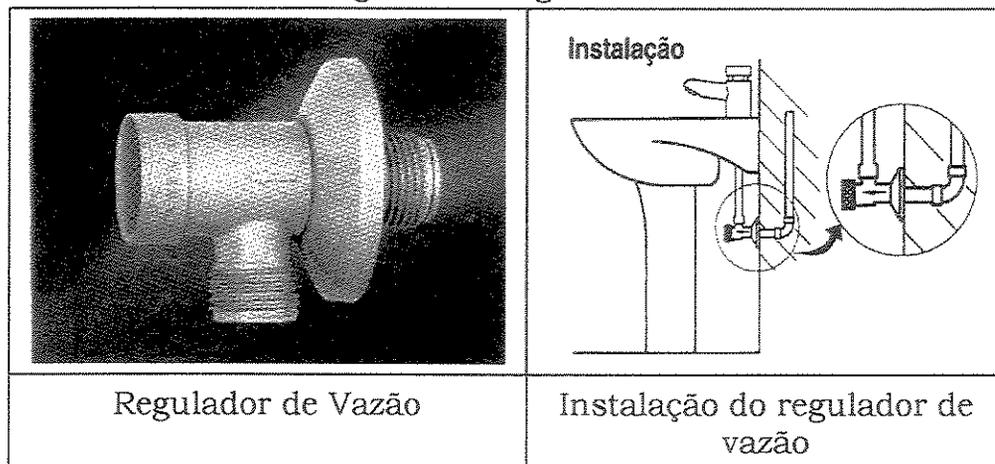
Nas Figuras 25 e 26 são apresentadas a torneira de lavatório e o regulador de vazão, com suas respectivas instalações.

Figura 25: Torneira economizadora de lavatório



Fonte: **Catálogo do fabricante**

Figura 26: Regulador de Vazão



Fonte: **Catálogo do fabricante**

#### 4.4 AVISO EXTRAVASOR/REGISTRO DE LIMPEZA DA CAIXA D'ÁGUA

Antes do Projeto de Conservação de Água do *Campus*, todas as tubulações de extravasão (“ladrão”) e de limpeza dos reservatórios superiores (ver Figura 27) estavam ligados ao sistema de esgoto ou de águas pluviais (água de chuva). Caso as torneiras de bóia tivessem algum defeito, você talvez só iria saber quando fosse feita a limpeza da caixa d'água. Na FEC, conseguiu-se uma economia de cerca de 4.000 litros por dia (4 m<sup>3</sup>/dia) só com o conserto e regulagem das torneiras de bóia da caixa d'água.

A saída do extravasor da caixa d'água dos edifícios foi reposicionada. Procure junto à sua unidade o relatório de Intervenções realizadas pelo PRO-ÁGUA, pois lá se encontra o novo posicionamento dessa tubulação.

Também é comum, após a realização da limpeza das caixas d'água, não fechar totalmente o registro da tubulação pela qual a caixa é esvaziada, ou, até mesmo, este registro apresenta algum vazamento.

Caso isto ocorra, também não poderá ser detectado facilmente, a menos que essa tubulação deságüe num lugar visível.

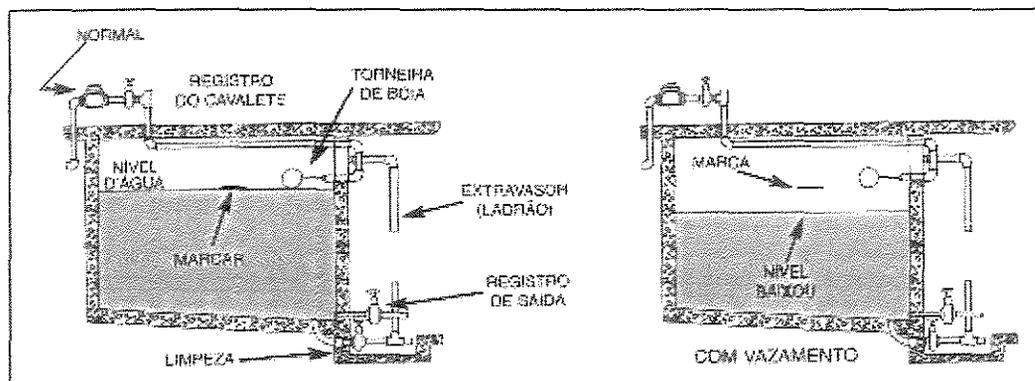


Figura 27: Componentes de caixa d'água  
Fonte: [www.uniagua.org.br](http://www.uniagua.org.br) acessado em 24/01/01

#### • Detecção de Perdas ou vazamentos

- 1) Localize onde as tubulações de extravasão e limpeza estão desaguando;
- 2) Verifique se estas tubulações estão ligadas nos sistemas de águas pluviais e/ou de esgoto sanitário;

### 4.3.2 Válvulas de Mictório

- **Detecção de Vazamentos**

- 1) Teste visual no aparelho
- 2) Verifique se há vazamentos no acionador e se a torneira goteja após seu fechamento.

- **Manutenção Corretiva**

- 1) Os fabricantes dos componentes economizadores oferecem cursos de treinamento para a manutenção desses componentes. Se você já fez curso de manutenção dado pela Docol e/ou pela Fabrimar e achar que tem condições de fazer o reparo, vá em frente! Senão, acione a assistência técnica por eles oferecida.

- **Manutenção Preventiva**

- 1) Verifique, de 3 em 3 meses, se o tempo de fechamento das torneiras estão corretos (8 a 12 segundos). Para medir o tempo de funcionamento da torneira utilize um relógio comum ou um cronômetro;
- 2) Verificar se as torneiras apresentam vazamentos.

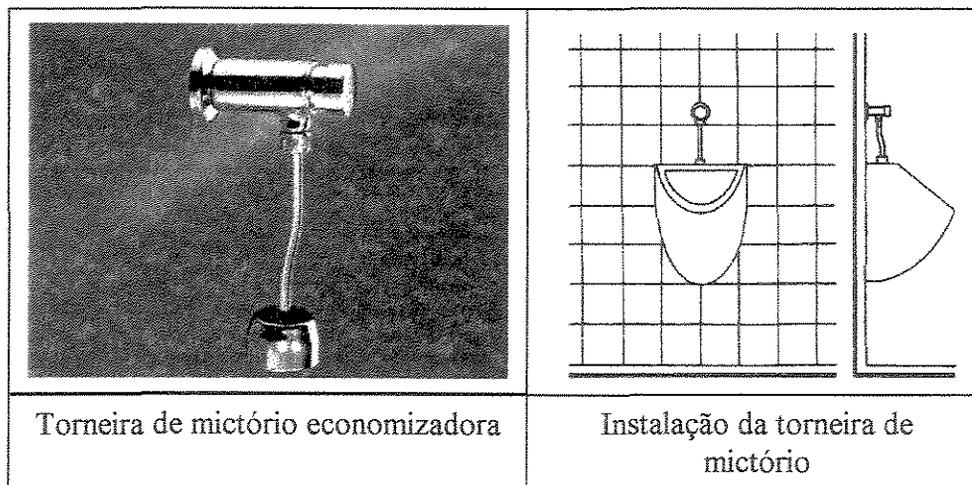


Figura 26: Torneira economizadora de mictório

Fonte: **Catálogo do fabricante**

- 3) Caso isto esteja acontecendo, modifique o traçado das tubulações, ou seja, desconecte as ligações existentes; e faça uma nova ligação, de modo que o escoamento das tubulações de extravasão e limpeza fiquem em local visível e de fácil percepção.

## **GLOSSÁRIO:**

**Alimentador predial:** É a tubulação que começa no cavalete e termina na caixa d'água. É responsável pelo abastecimento de água do edifício.

**Pontos de utilização:** são pontos onde se pode utilizar (consumir) a água como por exemplo torneiras, chuveiros, etc.

**Pressão:** É o efeito que uma força produz sobre uma determinada área de contato à que ela é aplicada.

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA:**

GONÇALVES, et. Al. **Execução e Manutenção de Sistemas Hidráulicos Prediais**. São Paulo, SP. Editora PINI. 2000. 191pgs.

ILHA, et. Al. **Programa de Conservação de Água da universidade Estadual de Campinas**. Seminário Internacional sobre Conservação dos Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas. UNICAMP. Novembro,2000.

MANUAL TÉCNICO TIGRE, **Orientações sobre Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. São Paulo, SP. Editora PINI. 1991 96 pgs.

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 n° A2 ).

WEBER, P. S. **Água, O Ouro do Século XX.**, Paraná. Revista Sanara. 10, julho - dezembro de 1998, pgs. 5-7.

[www.deca.com.br](http://www.deca.com.br) acessado em 16/01/01

[www.sabesp.com.br](http://www.sabesp.com.br) acessado em 24/08/00

[www.uniagua.org.br](http://www.uniagua.org.br) acessado em 24/01/01

## **CATÁLOGOS DE FABRICANTES:**

Astra  
Deca  
Docol  
Fabrimar

## **PARA SABER MAIS**

[www.fec.unicamp.br/~milha/proagua.htm](http://www.fec.unicamp.br/~milha/proagua.htm)

## **EQUIPE PRO-ÁGUA**

Daniel Matos da Silveira  
Leticia S. M. Araújo  
Luciana Pereira Pedroso  
Osvaldo B. Oliveira Júnior  
Renato de Lima  
Roberto Kenji Fujimoto  
Solange da Silva Nunes  
Prof<sup>ª</sup>. Dr.<sup>a</sup> Marina S. O. Ilha (Coordenadora)

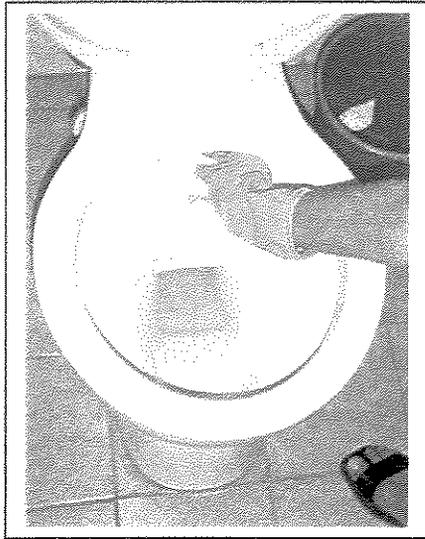
## **COLABORADORES**

Isabel Diaz de La Cruz  
Marcus Vinícius Peres Ramos

ANEXO:  
TESTE DA CANETA  
PARA DETECÇÃO EM  
BACIAS SANITÁRIAS

## Teste da Caneta

- 1) Não dar a descarga antes da realização do teste;
- 2) Seque a parte interna da bacia sanitária (ver Figura A1.a) e trace uma linha com uma caneta que possua tinta que se dissolva em água (ver Figura A1.b).
- 3) Se você perceber que a linha apresenta falhas, é possível que exista vazamento (ver Figura A2.a), caso contrário, não existe vazamento (ver Figura a2.b).

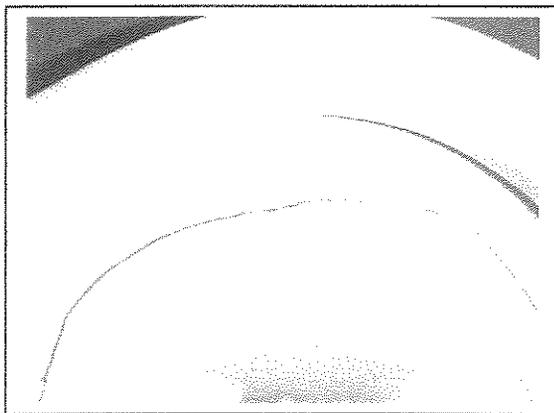


**(a) Secar a bacia**

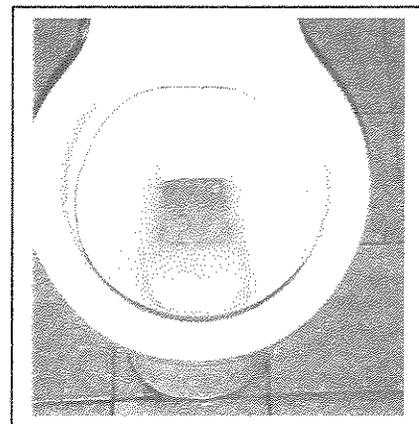


**(b) Traçar linha**

Figura A1: Teste da caneta



**(a) Bacia com vazamento**



**(b) Bacia sem vazamento**

Figura A2: Identificação de ocorrência de vazamento na bacia sanitária.

## **Abstract**

Pedroso, Luciana Pereira. Subsidies for the Maintenance System Implementation in University *Campus*, with Emphasis in Water Conservation. Campinas, Faculty of Civil Engineering, State University of Campinas, 2001. 173 pages. Master in Science Degree.

In some countries have been developing studies and projects, which has as objective the water conservation. Some authors presents Water Rational Use Programs that confirm that the leak repair reduce significantly the water consumption, being necessary an efficient maintenance system for the guarantee of non-reduction of the obtained economy index. In public buildings, the wastewater index is large, as the nonexistent of effective maintenance as the lack of user sensibility for the conservation of this resource. The present study consists in the proposition of subsidies for the maintenance system implementation in university *campus* with emphasis in water conservation, being presented an application example of stages proposals in *campus* Zeferino Vaz of State University of Campinas (UNICAMP).

**Key Words:** Maintenance System; Building Maintenance System; Building Maintenance; Water Building System; Building System; Water Conservation.