GISELE SANCHES DA SILVA

**PROGRAMAS PERMANENTES DE USO RACIONAL DA ÁGUA
EM *CAMPI* UNIVERSITÁRIOS: O PROGRAMA DE USO
RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Mestre em Engenharia.

Volume 1

São Paulo

2004

GISELE SANCHES DA SILVA

**PROGRAMAS PERMANENTES DE USO RACIONAL DA ÁGUA
EM *CAMPI* UNIVERSITÁRIOS: O PROGRAMA DE USO
RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração:
Engenharia de Construção Civil

Orientador:
Prof. Titular
Orestes Marraccini Gonçalves

Volume 1

São Paulo

2004

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Gisele Sanches da

Programas permanentes de uso racional da água em *campi* universitários: O Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo / Gisele Sanches da Silva. -- São Paulo, 2004.

328p. 2v.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

**1.Uso racional da água 2.Gestão da demanda de água
3.*Campi* universitários 4.PURA-USP I.Universidade de São Paulo.
Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.**

A Deus,
pelo dom da vida

À minha mãe, Luci,
por sua dedicação extrema

Ao meu pai, Carlos,
por despertar em mim
o espírito de curiosidade

Ao Humberto,
com quem compartilho
esta conquista,
por todo seu amor

AGRADECIMENTOS

Agradeço sinceramente a todos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial:

Ao Professor Orestes, por sua confiança em mim, pela orientação segura, por sua contribuição para meu desenvolvimento pessoal e profissional e pela criação do PURA-USP e sua coordenação;

Ao Professor Massola, por acreditar no meu trabalho, por sua contribuição para meu desenvolvimento pessoal e profissional e pela coordenação do PURA-USP;

À Professora Marina, pela leitura cuidadosa do trabalho e pelas críticas elaboradas;

Ao Professor Moacyr, pela leitura do trabalho e pela visão inovadora;

À Universidade de São Paulo, através da Escola Politécnica, e de seu Laboratório de Sistemas Prediais, e da Coordenadoria do Espaço Físico, pela oportunidade de desenvolvimento pessoal e profissional;

À Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo, pela viabilização deste trabalho;

Aos que fizeram e fazem parte da Equipe Técnica PURA-USP, co-responsáveis pelos resultados alcançados, por seu comprometimento;

Finalmente, eu não poderia deixar de agradecer a todos que têm se comprometido com o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo.

*“Disse também Deus:
As águas que estão debaixo do céu,
ajuntem-se num mesmo lugar,
e o elemento árido apareça.
E assim se fez.
E chamou Deus
ao elemento árido terra,
e ao agregado das águas mares.
E viu Deus que isto era bom.”*

(Gênesis - Capítulo 1, Versículos 9 e 10)

“Água!

Água, não tens gosto, nem cor, nem aroma;

não te podemos definir;

nós te bebemos sem te conhecer.

Não és necessária à vida: és a vida.

Tu nos penetras de um prazer

que os sentidos não explicam.

Contigo voltam a nós todos os poderes

a que havíamos renunciado.

Pela tua graça se abrem em nós

todas as fontes estancadas do coração.”

*(Antoine de Saint Exupéry em Terra dos Homens, 1939,
Tradução de Rubem Braga)*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	19
3 SISTEMAS PREDIAIS DE SUPRIMENTO DE ÁGUA FRIA E DE EQUIPAMENTO SANITÁRIO E PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA	21
3.1 Sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário..	21
3.1.1 Evolução histórica	21
3.1.2 Características	29
3.1.3 Conceitos de Desempenho e Qualidade.....	34
3.2 Programas de uso racional da água.....	44
4 PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA.....	51
4.1 Planejamento do Programa	53
4.1.1 Motivação para a implantação do Programa	53
4.1.2 Definição dos objetivos do Programa.....	56
4.1.3 Aprofundamento do diagnóstico da situação	57
4.1.4 Estruturação do Programa.....	58
4.2 Pré-implantação do Programa.....	58
4.3 Implantação do Programa e suas etapas.....	60
4.3.1 Etapa 1 - Diagnóstico geral	60
4.3.2 Etapa 2 - Redução de perdas físicas	61
4.3.3 Etapa 3 - Redução de consumo nos pontos de utilização.....	65
4.3.4 Etapa 4 - Caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água	70
4.3.5 Etapa 5 - Divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos	72
4.4 Pós-implantação do Programa.....	73

5 GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA	74
5.1 Atualização do cadastro das ligações de água	74
5.2 Acompanhamento do consumo - Instrumentos da gestão da demanda	75
5.3 Atuação no caso de anomalias do consumo	82
5.4 Exemplo de implantação da medição setorizada associada a sistema digital de telemedição via barramento de campo.....	84
6 RESULTADOS DE PROGRAMAS PERMANENTES DE USO RACIONAL DA ÁGUA	88
6.1 Alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário	92
6.2 Alterações em rotinas de manutenção predial	95
6.3 Alterações em rotinas administrativas	103
6.4 Alterações em parâmetros de projeto	104
6.5 Desenvolvimento tecnológico dos equipamentos	108
6.6 Despertar para a conservação da água - Introdução de fontes alternativas de água	109
6.6.1 Aproveitamento de água de poços	110
6.6.2 Aproveitamento de águas pluviais.....	115
6.6.3 Reúso de águas	122
6.7 Mudanças comportamentais dos usuários.....	125
6.8 Redução do consumo de água	128
6.8.1 Aspectos relevantes na avaliação da variação do consumo de água.....	128
6.8.1.1 Causas da variação do consumo	128
6.8.1.2 Fatores que influenciam na variação do consumo	129
6.8.2 Variação do consumo e determinação de parâmetros de controle	130
6.8.3 Benefício econômico	134
7 O PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO	135
7.1 Histórico	135
7.2 Planejamento do PURA-USP	139
7.2.1 Motivação	139
7.2.2 Objetivos	140
7.2.3 Situação	141
7.2.3.1 A Universidade de São Paulo e a Cidade Universitária	141

7.2.3.2 Sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário na Cidade Universitária	144
7.2.3.3 Usos da água na Cidade Universitária	147
7.2.4 Estruturação	148
7.3 Implantação do PURA-USP na Cidade Universitária	149
7.3.1 Fases de implantação	149
7.3.1.1 Fase 1	149
7.3.1.2 Fase 2	151
7.3.2 Atividades pré-implantação	154
7.3.3 Implantação e suas etapas	155
7.3.3.1 Etapa 1 - Diagnóstico geral	155
7.3.3.2 Etapa 2 - Redução de perdas físicas	156
7.3.3.3 Etapa 3 - Redução de consumo nos pontos de utilização.....	159
7.3.3.4 Etapa 4 - Caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água.....	164
7.3.3.4.1 O caso específico dos destiladores	165
7.3.3.5 Etapa 5 - Divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos ..	172
7.3.4 Atividades pós-implantação	178
7.4 Gestão da demanda de água na Cidade Universitária.....	179
7.4.1 Cadastro das ligações de água.....	180
7.4.2 Acompanhamento do consumo	180
7.4.2.1 Ligações de tarifação.....	180
7.4.2.2 Ligações de setorização.....	184
7.4.2.3 Ligação de macromedição	186
7.4.3 Atuação no caso de anomalias do consumo	188
7.4.4 Instrumentos da gestão da demanda	191
7.4.4.1 Medição setorizada	192
7.4.4.2 Telemedição	194
7.5 Avaliação das ações implantadas.....	198
8 RESULTADOS DO PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO	200
8.1 Alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário	200
8.2 Alterações em rotinas de manutenção predial	201

8.3 Alterações em rotinas administrativas	205
8.4 Alterações em parâmetros de projeto	206
8.5 Desenvolvimento tecnológico dos equipamentos	206
8.6 Despertar para a conservação da água - Introdução de fontes alternativas de água	207
8.7 Mudanças comportamentais dos usuários	212
8.8 Redução do consumo de água	213
8.8.1 Variação do consumo ocorrida nas Unidades	214
8.8.1.1 Unidades da Fase 1	215
8.8.1.2 Unidades da Fase 2	216
8.8.1.3 Total da Cidade Universitária	216
8.8.2 Aspectos relevantes na avaliação da variação do consumo de água	219
8.8.2.1 Causas da variação do consumo	219
8.8.2.2 Fatores que influenciam na variação do consumo	220
8.8.2.2.1 Variação do consumo mensal	221
8.8.2.2.2 Variação do consumo diário <i>per capita</i>	223
8.8.2.2.3 Variação do perfil de vazões	227
8.9 Benefício econômico	235
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	240
9.1 A metodologia de implementação do Programa	240
9.2 Os resultados do Programa	241
9.3 A gestão de Programas Permanentes de Uso Racional da Água	242
9.4 O PURA-USP	243
9.5 Perspectivas de novos estudos	246
LISTA DE REFERÊNCIAS	247
ANEXOS	257
ANEXO A - Evolução da área construída da Cidade Universitária	258
ANEXO B - Evolução da população fixa da Cidade Universitária	260
ANEXO C - Planta da Cidade Universitária com ligações de água	262
ANEXO D - Detalhes da planta da Cidade Universitária	263
ANEXO E - Cronograma de atividades - Fases 1 e 2	266
ANEXO F - Levantamento de pontos de utilização - Fases 1 e 2	267
ANEXO G - Características das ligações de água - Fases 1 e 2	269

ANEXO H - Modelo de levantamento dos laboratórios, usos da água e possibilidades.....	273
ANEXO I - Resultados de questionário aplicado a docentes e alunos - Fase 1.....	277
ANEXO J - Consumo de água através do macromedidor	284
ANEXO L - Modelo de levantamento de usuários e usos da água para fins de setorização	285
ANEXO M - Consumo de água através das ligações de tarifação - Fase 1.....	289
ANEXO N - Consumo de água através das ligações de tarifação - Fase 2.....	295
ANEXO O - Comparação mês a mês do consumo - Fases 1 e 2.....	310
ANEXO P - Variação do consumo - Fases 1 e 2	311
ANEXO Q - Variação do consumo <i>per capita</i> (população fixa) - Fases 1 e 2....	314
ANEXO R - Variação do consumo <i>per capita</i> (outros agentes consumidores) - Fases 1 e 2	317
ANEXO S - Variação do perfil de vazões (valores de 0h) - Fase 1	319
ANEXO T - Gastos com pagamento de concessionárias	327
ANEXO U - Gastos dos recursos do PURA-USP (implementação e outros)....	328
APÊNDICE I - INSERÇÃO DE PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA NO PANORAMA DA SITUAÇÃO DA ÁGUA	
APÊNDICE II - EQUIPAMENTOS SANITÁRIOS ECONOMIZADORES	
APÊNDICE III - CONSIDERAÇÕES NO ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE DESTILADORES	

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1.2.1 - Possibilidade de classificação de subsistemas do edifício	30
Figura 3.1.2.2 - Exemplo de esquema de sistema de suprimento de água fria ...	31
Figura 3.1.2.3 - Esquema de instalação de um sistema de medição.....	32
Figura 3.1.2.4 - Interface entre subsistemas do sistema de suprimento e disposição de água	33
Figura 3.2.1 - Metodologia para implantação de PURA em edifícios	48
Figura 3.2.2 - Metodologia para implantação de PURA em grandes consumidores	49
Figura 3.2.3 - Metodologia de implantação do PRÓ-ÁGUA no <i>campus</i> da UNICAMP	50
Figura 4.1 - Fluxograma proposto para Programa Permanente de Uso Racional da Água em <i>campus</i> universitário.....	52
Figura 4.3.2.1 - Locador de massa metálica e medidor de distâncias	62
Figura 4.3.2.2 - Haste de escuta, geofone eletrônico e correlacionador de ruídos.....	63
Figura 4.3.4.1 - Destilador instalado em laboratório	70
Figura 5.2.1 - Esquema de medição setorizada associada à telemedição.....	77
Figura 5.2.2 - Hidrômetro com saída pulsada e detalhes de seus elementos	78
Figura 5.2.3 - Sistema digital de telemedição via barramento de campo.....	79
Figura 5.2.4 - Hidrômetros eletrônicos (modelos DN50, DN25 e DN20) e amplificador/regenerador de sinal	80
Figura 5.2.5 - Módulo de rádio para o hidrômetro, interface de comunicação e coletor de dados.....	80
Figura 5.4.1 - Exemplo de roteiro de implantação de medição setorizada associada à telemedição via barramento de campo	85
Figura 5.4.2 - Gráfico do vazamento	86
Figura 5.4.3 - Localização e detalhe do vazamento.....	87
Figura 6.1 - Variáveis urbanas essenciais da Cidade Universitária	90
Figura 6.1.1 - Possibilidades de intervenção em função do nível tecnológico desejado.....	93
Figura 6.2.1 - Fases de um empreendimento	97
Figura 6.2.2 - Fontes de falhas na comunicação	98
Figura 6.2.3 - Fontes de falhas no processo de geração dos sistemas	98

Figura 6.2.4 - Etapas de Avaliação Durante a Operação	99
Figura 6.2.5 - Proposta de Sistema de Manutenção para <i>campus</i> universitário.....	102
Figura 6.4.1 - Vazão instantânea e padrão de consumo	106
Figura 6.6.1.1 - Tipos de aquífero.....	111
Figura 6.6.1.2 - Ciclo hidrológico.....	112
Figura 6.6.2.1 - Esquema do sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais	117
Figura 6.6.2.2 - Variáveis do balanço hídrico para dimensionamento de reservatório	121
Figura 6.8.2.1 - Gráficos de perfil de vazões.....	133
Figura 7.1.1 - Cidade Universitária - vista aérea e Praça do Relógio	137
Figura 7.1.2 - Algumas das Unidades da Cidade Universitária - RUSP, EP, IME, FEA, IO e HU	137
Figura 7.1.3 - Faculdade de Medicina e <i>campus</i> de Pirassununga	139
Figura 7.2.3.2.1 - Cavalete de setorização e cavalete de tarifação de poço artesiano desativado	145
Figura 7.2.3.2.2 - Distribuição de equipamentos sanitários preexistentes nas Unidades da Cidade Universitária.....	147
Figura 7.2.4.1 - Organograma do PURA-USP	148
Figura 7.3.1.1.1 - Distribuição de equipamentos sanitários preexistentes nas Unidades da Fase 1.....	151
Figura 7.3.1.2.1 - Distribuição de equipamentos sanitários preexistentes nas Unidades da Fase 2.....	154
Figura 7.3.3.3.1 - Exemplos de equipamentos sanitários preexistentes na USP.....	161
Figura 7.3.3.3.2 - Ensaio de transporte de sólidos para bacia sanitária com caixa acoplada modelo VDR.....	162
Figura 7.3.3.4.1.1 - Exemplo de curva de operação do destilador de 10 L/h de capacidade.....	169
Figura 7.3.3.4.1.2 - Destilador e equipamentos de osmose reversa e ultrapurificação	170
Figura 7.4.2.1.1 - Consumos diários de água da EEFE	182
Figura 7.4.2.1.2 - Vazamento em rede enterrada na EEFE	183
Figura 7.4.2.2.1 - Planta do “Conjunto das Químicas” - EP, FCF, IQ	184

Figura 7.4.2.2.2 - Distribuição do consumo de água no “Conjunto das Químicas”	186
Figura 7.4.2.3.1 - Macromedidor	187
Figura 7.4.4.2.1 - Central de telemedição - Sede PURA-USP	197
Figura 8.2.1 - Avaliação dos vazamentos registrados	202
Figura 8.2.2 - Exemplos de problemas verificados	204
Figura 8.5.1 - Problemas verificados em bacias sanitárias com caixa acoplada	207
Figura 8.6.1 - Raia Olímpica da USP e aproveitamento de sua água para irrigação	211
Figura 8.8.1.3.1 - Consumo médio mensal de água da Cidade Universitária... ..	217
Figura 8.8.1.3.2 - Consumo total anual de água da Cidade Universitária.....	218
Figura 8.8.2.2.3.1 - Variação do perfil de vazões - FCF Bloco 13B	230
Figura 8.8.2.2.3.2 - Variação do perfil de vazões - EPUSP Engenharia Civil (a).....	231
Figura 8.8.2.2.3.3 - Variação do perfil de vazões - EPUSP Engenharia Civil (b).....	232
Figura 8.8.2.2.3.4 - Variação do perfil de vazões - FEA Principal	233
Figura 8.8.2.2.3.5 - Variação do perfil de vazões - HU Antigo Principal.....	234
Figura 8.9.1 - Gastos com pagamentos com Concessionárias	236
Figura 8.9.2 - Gastos com os recursos do PURA-USP	238

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1.1.1 - Temas desenvolvidos nas últimas décadas do século XIX	23
Tabela 3.1.1.2 - Temas desenvolvidos nas últimas décadas do século XX	24
Tabela 3.1.1.3 - Conceitos relativos à Teoria de Sistemas	26
Tabela 3.1.1.4 - Temas desenvolvidos no final do século XX	28
Tabela 3.1.1.5 - Temas desenvolvidos no início do século XXI	29
Tabela 3.1.3.1 - Relação de algumas normas da ABNT.....	41
Tabela 4.3.3.1 - Perda diária de água em função de vazamentos em torneiras..	65
Tabela 4.3.3.2 - Exemplo de diretrizes de substituição de equipamentos	66
Tabela 5.1.1 - Modelo de cadastro de hidrômetros	75
Tabela 5.2.1 - Sistema digital de telemedição via barramento de campo	79
Tabela 5.3.1 - Modelo de registro de vazamentos ocorridos	83
Tabela 6.6.1.1 - Funções das águas subterrâneas.....	112
Tabela 6.6.1.2 - Custos internacionais da água pelas diferentes tecnologias disponíveis (não incluem transporte)	114
Tabela 6.8.2.1 - Consumos <i>per capita</i> para diferentes tipologias de uso	132
Tabela 6.8.2.2 - Indicadores de consumo para diferentes tipologias de uso	132
Tabela 7.2.3.1.1 - Características gerais das Unidades da Cidade Universitária	144
Tabela 7.2.3.2.1 - Características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Cidade Universitária	147
Tabela 7.2.4.1 - Atribuição de responsabilidades do PURA-USP	149
Tabela 7.3.1.1.1 - Unidades da Fase 1	149
Tabela 7.3.1.1.2 - Características gerais das Unidades da Fase 1	150
Tabela 7.3.1.1.3 - Características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Fase 1	150
Tabela 7.3.1.2.1 - Unidades da Fase 2.....	151
Tabela 7.3.1.2.2 - Características gerais das Unidades da Fase 2	153
Tabela 7.3.1.2.3 - Características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Fase 2	153
Tabela 7.3.3.5.1 - Pesquisa junto aos usuários primários das Unidades da Fase 1	174

Tabela 7.3.3.5.2 - Pesquisa junto aos usuários primários das Unidades da Fase 2	174
Tabela 7.3.3.5.3 - Pesquisa junto aos usuários finais da Fase 1	175
Tabela 7.3.3.5.4 - Resultados da pesquisa junto aos usuários finais da Fase 1.	176
Tabela 7.4.2.2.1 - Distribuição do consumo de água no “Conjunto das Químicas”	185
Tabela 7.4.2.3.1 - Consumos através do macromedidor e das ligações USP de tarifação SABESP	188
Tabela 7.4.2.3.2 - Consumos através do macromedidor e outras ligações internas à Cidade Universitária.....	188
Tabela 7.4.4.1 - Situação do sistema de telemedição da Cidade Universitária.	191
Tabela 7.5.1 - Ações do PURA-USP	199
Tabela 8.3.1 - Exemplo de descrição de equipamentos sanitários	205
Tabela 8.6.1 - Valores de vazão dos poços produtores da Cidade Universitária	209
Tabela 8.6.2 - Poços localizados na Cidade Universitária	210
Tabela 8.8.1.3.1 - Consumo médio mensal de água da Cidade Universitária... ..	217
Tabela 8.8.1.3.2 - Consumo total anual de água da Cidade Universitária.....	218
Tabela 8.8.2.2.1.1 - Consumo médio mensal de água nas Unidades da Fase 1 (a)	221
Tabela 8.8.2.2.1.2 - Consumo médio mensal de água nas Unidades da Fase 1 (b)	222
Tabela 8.8.2.2.2.1 - Consumo médio diário <i>per capita</i> da Cidade Universitária (população fixa)	223
Tabela 8.8.2.2.2.2 - Consumo médio diário <i>per capita</i> de algumas Unidades da Cidade Universitária (outros agentes consumidores)... ..	225
Tabela 8.9.1 - Participação dos Pagamentos com Concessionárias no Total de Despesas de Custeio, Exceto Pessoal e Investimento da USP	235
Tabela 8.9.2 - Gastos com os recursos do PURA-USP	237
Tabela 8.9.3 - Cálculo simplificado do benefício econômico total do PURA-USP	239
Tabela 9.4.1 - Implementação e efeitos do PURA-USP	244

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAS	Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<i>ACDI</i>	<i>Agence Canadienne de Développement International</i>
ADO	Avaliação Durante a Operação
ANA	Agência Nacional de Águas
ANTAC	Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído
APO	Avaliação Pós Ocupação
ASFAMAS	Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento
AWWA	<i>American Water Works Association</i>
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIRD	Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento
BNH	Banco Nacional da Habitação
<i>CAD</i>	<i>Computer Aided Design</i>
CCE	Centro de Computação Eletrônica
CCS	Coordenadoria de Comunicação Social
CDHU	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo
CEPAM	Centro de Pesquisa e Amparo aos Municípios
CEPEUSP	Centro de Práticas Esportivas da USP
<i>CIB</i>	<i>International Council for Research and Innovation in Building and Construction</i>
CODAGE	Coordenadoria de Administração Geral da USP
COESF	Coordenadoria do Espaço Físico da USP
COSEAS	Coordenadoria de Assistência Social
CRUSP	Conjunto Residencial da USP
CTCC	Centro de Técnicas da Construção Civil
CTH	Centro Tecnológico de Hidráulica
CUASO	Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira

DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DF	Departamento de Finanças
DG	Distribuidor Geral
DN	Diâmetro Nominal
DOE	Diário Oficial do Estado de São Paulo
DP	Delegacia de Polícia
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DTA	Documento Técnico de Apoio ao Programa
DTe	Divisão de Telecomunicações
ECA	Escola de Comunicações e Artes
EE	Escola Estadual
EEFE	Escola de Educação Física e Esporte
<i>EPA</i>	<i>Environmental Protection Agency</i>
<i>EPACT</i>	<i>Energy Policy Act</i>
EPUSP	Escola Politécnica da USP
FAU	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
FCF	Faculdade de Ciências Farmacêuticas
FE	Faculdade de Educação
FEA	Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
FFLCH	Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
FO	Faculdade de Odontologia
FUNDUSP	Fundo de Construção da USP
FUPAM	Fundação para Pesquisa Ambiental
GR	Gabinete do Reitor
GT-SP	Grupo de Trabalho de Sistemas Prediais
HC	Hospital das Clínicas
HU	Hospital Universitário
IAG	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
IB	Instituto de Biociências
ICB	Instituto de Ciências Biomédicas

IEE	Instituto de Eletrotécnica e Energia
IF	Instituto de Física
IGc	Instituto de Geociências
IME	Instituto de Matemática e Estatística
In-Cor	Instituto do Coração
IO	Instituto Oceanográfico
IP	Instituto de Psicologia
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQ	Instituto de Química
IR	Impacto de Redução do Consumo
<i>ISO</i>	<i>International Organization for Standardization</i>
LIPURA	Laboratório Institucional do Programa de Uso Racional da Água
LSP	Laboratório de Sistemas Prediais
<i>M-BUS</i>	<i>Meter Bus</i>
MAC	Museu de Arte Contemporânea
MAE	Museu de Arqueologia e Etnologia
MDU	Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPO	Ministério do Planejamento e Orçamento
NBR	Norma Brasileira Registrada
<i>NBS</i>	<i>National Bureau of Standards</i>
NM	Norma Mercosul
NUSIHP	Núcleo de Sistemas Hidráulico Prediais
ONG	Organização não Governamental
PAAT	Programa de Avaliação e Adequação de Tecnologias
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PCC	Departamento da Engenharia de Construção Civil
PCO	Prefeitura da Cidade Universitária
<i>PDCA</i>	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PGQ	Programa da Garantia da Qualidade

PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PP	Poço Profundo
PRÓ-ÁGUA	Programa de Conservação de Água da Universidade de Campinas
PRUA-UFSCar	Programa de Racionalização do Uso da Água da Universidade Federal de São Carlos
PSQ	Programa Setorial de Qualidade
PURA	Programa de Uso Racional da Água em Edifícios
PURA-USP	Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo
PVC	Cloreto de Polivinila
QUALIHAB	Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo
RUSP	Reitoria da USP
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SARS	<i>Severe Acute Respiratory Syndrome</i>
SDWA	<i>Safe Drinking Water Act</i>
SECOVI-SP	Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo
SEPURB	Secretaria de Política Urbana
SHP	Sistema Hidráulico Predial
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SMP	Sistema de Manutenção Predial
SP	Sistema Predial
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TI	Tecnologia da Informação
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
USP	Universidade de São Paulo
VDR	Volume de Descarga Reduzido

VRP	Válvula Redutora de Pressão
WWC	<i>World Water Council</i>

RESUMO

No contexto da crescente problemática da água, soluções em diferentes níveis têm sido adotadas no Brasil e no mundo. Exemplo de atuação no nível dos sistemas prediais, o uso racional da água tem sido objeto de diversos estudos. Neste trabalho, são avaliados, segundo uma abordagem sistêmica, as atividades a serem contempladas na implementação de Programas Permanentes de Uso Racional da Água, especialmente em *campi* universitários, e seus potenciais resultados. Características dos *campi* como área, número de edificações, população e consumo de água elevados, além do desenvolvimento de múltiplas atividades, demonstram sua importância e justificam a atenção. São avaliadas, portanto, as atividades de planejamento, pré-implantação, implantação e pós-implantação, além das atividades de gestão da demanda de água, que devem permear todo o Programa. Como resultado desta implementação estruturada, propõe-se, como impactos - a redução do consumo de água, e como efeitos - alterações no sistema de suprimento de água fria, em rotinas administrativas e de manutenção predial, e em parâmetros de projeto; desenvolvimento tecnológico dos equipamentos; despertar para a conservação da água; e mudanças comportamentais dos usuários. A implementação e os resultados do Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP) completam o trabalho. Em desenvolvimento desde 1998, o PURA-USP obteve, como impactos até 2003, uma redução no consumo de água de 36% (de 137.881 para 88.366 m³/mês) e um benefício líquido acumulado de R\$ 46,61 milhões.

ABSTRACT

In the context of the increasing water issues concerns, solutions at different levels have been adopted in Brazil and worldwide. As an example of actuation at the building systems level, water conservation has been the object of several studies. In this work, the activities to be fulfilled in the implementation of a Permanent Water Conservation Program, specially when applied to university campi, as well as the possible results are evaluated under a system approach. Campi characteristics such as area, number of buildings, population, and high water consumption, besides the development of multiple activities, show the importance of this issue and justify the concerns. The Program planning, pre-implantation, implantation and post-implantation activities, besides the water demand management activities - that must be carried out throughout the program - are evaluated then. As results of this structured implementation, it is proposed as impacts - the water consumption reduction, and as effects - the changes in the water supply systems, in administrative and building maintenance routines, in design parameters, in the technological development of fixtures, in the awakening for the alternatives water sources, and in the users behavior. The implementation and the results of the Water Conservation Program of the University of São Paulo (Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo - PURA-USP) finish the work. The PURA-USP, in development since 1998, achieved as impacts, until 2003, 36% of water consumption reduction (from 137,881 to 88,366 m³/month) and gathered net benefit of US\$ 16.13 millions (R\$ 46,61 milhões).

1 INTRODUÇÃO

Em 1987, a *Brundtland Commission* (Comissão Mundial para Meio Ambiente e Desenvolvimento) definiu, em seu Relatório “Nosso Futuro Comum”, o termo *desenvolvimento sustentável*: “*desenvolvimento que satisfaz às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer as suas próprias necessidades*” (CIB, 2000).

Várias são as necessidades das populações para sua própria sobrevivência e para o desenvolvimento de suas atividades. A importância da água, pressuposto da vida, no rol destas necessidades tem se ampliado, adquirido novas dimensões e provocado a mudança de conceitos há muito consagrados.

Durante muitos anos, a problemática da água esteve relacionada apenas à escassez desse insumo em áreas áridas e semi-áridas do globo. Mas todo o processo histórico de estabelecimento das populações em áreas próximas aos corpos d’água tem mostrado cada vez mais seus efeitos. Alguns destes núcleos cresceram, urbanizaram-se, intensificaram e diversificaram seus usos da água e, conseqüentemente, provocaram a redução do volume de água, com qualidade, disponível. No caso do Brasil, esta dualidade repete-se, como atesta a afirmação de O BANCO MUNDIAL (2004) de que, apesar do desenvolvimento ocorrido nos últimos quarenta anos, o Brasil ainda enfrenta como dois grandes desafios a seca do Nordeste e a poluição da água nas áreas próximas aos grandes centros urbanos.

Na seqüência, apresenta-se um panorama da situação da água, fatores envolvidos em seu agravamento e as soluções que vêm sendo adotadas, cujo aprofundamento está disponível no *Apêndice I*.

A idéia de abundância da água é sustentada pela existência do ciclo hidrológico (o que a tornaria um recurso natural ilimitado) e a existência de 1,4 bilhões km³ de água, mas vale lembrar que apenas 2,5% da água existente é doce e que apenas 0,3% desta está disponível (UNESCO, 1999).

No Brasil, esta idéia de abundância é acentuada pela existência de uma das maiores reservas de água doce do mundo, contando com cerca de 12% da água potável (THAME, 2000).

Alia-se à questão da disponibilidade, a questão da distribuição da água em relação à distribuição populacional, não sendo estas muitas vezes coincidentes. É recorrente pensar na região Nordeste quando o tema é escassez da água, mas regiões como a bacia do Alto Tietê (São Paulo), também sofrem com este problema. Correspondente a 20% da área total do estado, esta região concentra 73% da população, mas importa de bacias vizinhas cerca de 60% da água de abastecimento público, conforme CONEJO (2000).

A problemática da água é composta por diversos elementos, uns causa, outros consequência da perda na eficiência do ciclo hidrológico e do agravamento da situação de escassez da água, entre os quais:

- Urbanização elevada e desordenada da infra-estrutura urbana;
- Diversificação e intensificação das atividades e conseqüentemente do uso da água;
- Impermeabilização e erosão dos solos;
- Ocupação de área de mananciais, com conseqüente poluição e assoreamento das margens;
- Conflitos gerados pelas concorrências entre os diversos aproveitamentos da água;
- Preponderância histórica dos interesses do setor hidroelétrico na política de recursos hídricos;
- Práticas agrícolas de utilização de produtos químicos e utilização dispendiosa de água;
- Deficiências no setor de saneamento e a relação entre água e saúde;
- Migrações populacionais que são motivadas pela escassez da água;
- Conflitos entre países gerados pela falta de água, muitos dos quais assumindo proporções de guerra; entre outros.

Em face deste panorama, as soluções que vêm sendo adotadas podem ser enquadradas em três níveis sistêmicos, conforme OLIVEIRA (1999):

- Macro - sistemas hidrográficos;
- Meso - sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário;
- Micro - sistemas prediais.

Como ações no nível macro (sistemas hidrográficos), destacam-se:

- Inclusão de recursos hídricos na pauta de discussão entre países;
- Aprimoramento do arcabouço político-institucional e jurídico-legal e da fiscalização de seu cumprimento, contemplando gerenciamento por bacia hidrográfica, outorga pelo uso da água, aplicação do princípio poluidor-pagador, cobrança pelo uso da água, além de desocupação de áreas de mananciais, despoluição e redução da poluição;
- Participação mais ampla de setores privados e da população nas discussões sobre a água (gestão descentralizada e participativa);
- Proteção de águas subterrâneas; entre outras.

Segundo AZEVEDO; BALTAR; FREITAS (2000), “Em 1997, a Lei das Águas do Brasil estabeleceu, entre seus fundamentos, que a água é um recurso natural limitado e dotado de valor econômico. Essa percepção, que tomou corpo nas últimas décadas, vem provocando uma profunda mudança na forma como a sociedade vê e utiliza seus recursos hídricos.”

A aprovação pelo Congresso Nacional da Agência Nacional de Águas (ANA) representa um dos marcos do processo de construção do suporte político-institucional e jurídico-legal (MEJIA, 2000).

Já em âmbito estadual, a exemplo do preceito de desenvolvimento sustentável, tem-se hoje uma Política de Recursos Hídricos cujo principal objetivo, segundo THAME (2000) é “assegurar que a água seja controlada e utilizada em padrões de qualidade e na quantidade adequada, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras”.

Durante muito tempo, a fim de atender à necessidade por água e com a queda da qualidade dos mananciais próximos, adotou-se a captação em corpos d'água cada vez mais distantes. Mas questões econômicas, ambientais e políticas desencadearam um processo de mudança de paradigma no trato da questão da escassez da água: não se trata mais somente de buscar água em locais cada vez mais distantes numa clara gestão da oferta de água. Trata-se de reduzir a água considerada necessária pelas populações, mas sem comprometer a qualidade das atividades destas. Esta nova gestão, denominada gestão da demanda, visa utilizar de forma mais eficiente a água localmente disponível.

Aliam-se às questões anteriormente citadas, dúvidas como “qual a quantidade de água necessária no futuro? Até quando a ênfase será dada na quantidade de água ofertada sem que considere a qualificação da demanda a ser atendida e o conseqüente nível de serviço agregado ao uso da água? Como esta água está sendo usada?”, registradas por GONÇALVES (1997) numa reflexão sobre o modelo de projeção de demanda segundo o qual “o incremento no bem-estar social implica diretamente no aumento do consumo *per-capita*”, o que implica numa demanda crescente de água em “função não só do aumento populacional, mas também da evolução do bem-estar nas cidades”.

No nível meso (sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário), em especial no caso das companhias de abastecimento/saneamento, as perdas por vazamentos e por falhas na medição da água consumida em rede representam uma fonte de desperdícios. Segundo YOSHIMOTO (2003), as perdas são inevitáveis, mas há potencial de recuperação do volume de perdas reais através de medidas como gerenciamento da pressão, pesquisa de vazamentos, agilidade e qualidade dos reparos e gerenciamento dos materiais das redes.

Já em 1986, registrava-se que o custo da exploração dos mananciais estava cada vez mais elevado e que as perdas em rede haviam atingido patamares razoáveis e apontava-se como prioritárias, e com resultados promissores, as ações visando a

redução do consumo no nível das instalações prediais (ROCHA; MONTENEGRO, 1986).

Neste nível micro das ações (sistemas prediais), GONÇALVES (2003a) apresenta os seguintes conceitos:

- **Uso racional (ênfase na demanda):** “Otimização em busca do menor consumo de água possível mantidas, em qualidade e quantidade, as atividades consumidoras”, incluindo como frente para pesquisas os indicadores de consumo e demanda de água, a redução de perdas, os sistemas e equipamentos economizadores e a otimização dos sistemas hidráulicos;
- **Conservação da água (ênfase na demanda e na oferta):** “Otimização da demanda somada ao uso de ofertas alternativas de água, empregando água ‘menos nobre’ para fins ‘menos nobres’”, incluindo como frente para pesquisas a oferta de fontes alternativas de água, o aproveitamento de água de poços, o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas.

GONÇALVES (2003a) apresenta ainda estudos e pesquisas em **gestão da água**, abordando demanda e oferta de água e incluindo a setorização de consumo e demanda, a medição de água, operação e monitoramento, manutenção dos sistemas hidráulicos e avaliação ambiental (previsão da demanda de água).

Neste trabalho, o nível das ações abordado é o **nível micro** (sistemas prediais) e as ações enfatizadas são as de **uso racional da água** (incluindo *gestão da demanda de água*) apresentando-se, ainda, algumas ações de *conservação da água*.

De modo geral, o uso racional engloba a minimização dos desperdícios (por perda ou uso excessivo) e a maximização da eficiência do uso, entendida esta última como a utilização de uma menor quantidade de água para o desenvolvimento das atividades, mas sem o comprometimento da qualidade, o que pode ser obtido tanto em função de características dos equipamentos como em função do nível de conscientização do usuário.

O uso racional da água pode ser aplicado em uma de suas dimensões: tecnologia, mobilização ou gestão, ou através de uma associação destas. Pode-se ainda aplicá-lo numa dimensão econômica através da indução da redução do consumo de água pelo aumento das tarifas dos serviços de água e esgoto ou até mesmo pela cobrança pelo próprio uso da água, tema tão discutido.

GONÇALVES (1997), observa que “a preocupação com a qualificação e a redução das demandas de água, associadas ao atendimento dos usos finais em edifícios e ao desenvolvimento de tecnologias que promovam economias através do emprego de produtos e processos mais eficientes, tem motivado a implantação de programas de conservação de água em edifícios, de âmbito nacional ou regional, em diversos países”.

Nos Estados Unidos, FOWELL *et alli* (1976) demonstram a preocupação com a conservação da água já em 1976. Relacionam quatro preocupações quanto ao aumento da oferta de água:

- O problema da poluição da água e a dificuldade de retorná-la à natureza em boas condições;
- Os muitos custos envolvidos antes e após o uso da água;
- O consumo de energia elétrica em todo o processo;
- O impacto das secas sobre as fontes disponíveis.

Com relação ao desenvolvimento de equipamentos economizadores, os autores relacionam três fatores importantes: o econômico, a introdução destes equipamentos na normalização vigente e a aceitação dos usuários. O aspecto econômico da conservação pode ser visto não só com a redução do gasto com água, mas com o de energia elétrica para aquecimento e bombeamento, o aumento da vida útil dos equipamentos e a redução dos custos operacionais de um edifício sem redução do nível de serviço.

Finalmente, como pesquisas adicionais, FOWELL *et alli* (1976) relacionam:

- A quantidade de água necessária para o desempenho adequado dos equipamentos sanitários;
- A necessidade de se considerar os aspectos psicológicos;
- Os ensaios de desempenho a serem realizados considerando a inserção dos equipamentos nos sistemas de suprimento de água e de esgoto sanitário;
- A utilização de *grey water* (“águas cinza”), desde que não traga riscos à saúde.

Mas o grande impulso ao uso racional da água foi dado apenas em 1992, pelo *Energy Policy Act*, lei federal decretada nos Estados Unidos, contextualizada por uma política do setor elétrico, mas que surtiu efeitos na redução do consumo de água. Esta lei, segundo YOSHIMOTO *et alii* (1997), “estabeleceu padrões de máximo uso de água para equipamentos hidráulicos - que foram implantados pela indústria americana a partir de 1994 - e recomendou a promoção de programas de incentivo de troca voluntária, nos níveis municipal e estadual”.

Na Parte B do Título III do *Energy Policy and Conservation Act*, Lei Pública 94-103, foi criado o “Programa de Conservação de Energia para Produtos de Consumo além dos Automóveis”. A emenda mais recente, o *Energy Policy Act* de 1992 (*EPACT*), Lei Pública 102-486, identificou várias novas categorias de produtos e equipamentos para inclusão em programas de informação e testes para promover a conservação de energia e de água. A Seção 123 do *EPACT* estabeleceu limites de uso de água para chuveiros, torneiras, bacias sanitárias e mictórios (9,5 L/min a 562 kPa para chuveiros e torneiras, 6,0 L/descarga para bacias sanitárias e 3,8 L/descarga para mictórios, a partir de 1º de janeiro de 1994), assim como requisitos para identificação desses produtos (DOE, 1992). Esta mesma Seção definiu a Secretaria de Energia como responsável a recomendar aos estados o estabelecimento de programas de trocas voluntárias de equipamentos (USEPA, 1995).

VICKERS (1993) prevê a redução do consumo de água gerada pelos novos equipamentos sanitários introduzidos em função da *EPACT* e avalia os impactos sobre as companhias de água que influenciarão a política e o planejamento das mesmas. Prevê uma queda linear do consumo residencial de água, *per capita*, de

170 L/d (1994) a 100 L/d (2012) e a 75 L/d (2026), com a contínua substituição dos equipamentos antigos, e a de energia elétrica correspondente de 57 kWh/ano a 22 kWh/ano.

VICKERS (1996) relaciona os padrões de eficiência de equipamentos sanitários desenvolvidos a partir da publicação da *Energy Policy Act*, que ao reduzir a demanda de água dos equipamentos minimiza a necessidade de energia elétrica para tratamento e bombeamento da água.

Na sequência, foram desenvolvidos diversos programas e estudos de caso nos Estados Unidos, alguns dos quais registrados por OLIVEIRA (1999) e que contemplam, entre outros: mudança do horário de irrigação de jardins (através de campanha educativa) e programas de incentivo para eliminação de vazamentos e substituição de bacias sanitárias e de outros componentes convencionais por economizadores.

Conclui-se, portanto, que nos Estados Unidos há uma grande preocupação com a eficiência dos equipamentos sanitários o que resulta em empenho no desenvolvimento de novos modelos, mais econômicos.

Quanto à pesquisa e divulgação, nos Estados Unidos, destacam-se associações e agências como:

- *American Water Works Association*: AWWA (1993) introduz a conservação da água como tendência que se confirma nos Estados Unidos (no oeste do país, na Flórida e nas cidades do leste) e aponta como elemento básico para o sucesso do programa o apoio dos usuários;
- *United States Environmental Protection Agency*: lança, em 1998, a publicação *Water Conservation Plan Guidelines* (USEPA, 1998), em função do “Ato da Água Potável Segura” (*Safe Drinking Water Act - SDWA*), de 1996, que requereu à USEPA a elaboração de diretrizes às concessionárias para implantação de programas de conservação da água.

Esta publicação apresenta três tipos de diretrizes:

- Básicas: para sistemas que atendem até 10.000 pessoas;
- Intermediárias: para sistemas que atendem de 10.000 a 100.000 pessoas;
- Avançadas: para sistemas que atendem mais de 100.000 pessoas.

Ainda segundo USEPA (1998), em função do porte do sistema, podem ser adotados de cinco a nove dos passos a seguir (diretrizes básicas a intermediárias/avançadas):

1. Especificar objetivos do planejamento da conservação (incluindo relacionamento com o planejamento da oferta e envolvimento da comunidade);
2. Desenvolver o perfil do sistema de água (levantamento das instalações, características e uso da água);
3. Preparar a previsão da demanda (previsão da demanda futura, ajustes da demanda baseados nos fatores mensuráveis e conhecidos);
4. Descrever as instalações planejadas (melhorias para o sistema produtor em um horizonte de tempo razoável, estimativa do custo e previsão da capacidade);
5. Identificar as medidas de conservação (revisão das medidas de conservação que são e serão implantadas, discussão das barreiras legais à implantação);
6. Analisar benefícios e custos (acessibilidade aos dados de retorno para as medidas recomendadas, comparação dos custos de implantação *versus* custos de expansão evitados);
7. Selecionar medidas (critério de seleção, identificação das selecionadas, o porquê da não implantação de algumas medidas, estratégia e cronograma de implantação);
8. Integrar recursos e modificar previsões (modificação da demanda e da capacidade de produção em função da conservação, discussão dos efeitos da conservação sobre as melhorias e arrecadação das companhias);
9. Apresentar a estratégia de implementação e avaliação (abordagem para implantação e avaliação do plano, certificação do plano pelo governo).

Na seqüência, também em função do porte do sistema, pode-se adotar medidas estruturadas em três níveis:

- Nível 1: medição universal, “contabilidade” da água e controle de perdas, política tarifária, informação e educação;
- Nível 2: auditoria do uso da água, reformas, gerenciamento das pressões, adoção de paisagismo eficiente;
- Nível 3: substituições e promoções de equipamentos, reúso e reciclagem, regulamentação do uso da água e gestão integrada de recursos.

Para diretrizes básicas, indica-se a adoção de medidas do nível 1, para as intermediárias dos níveis 1 e 2 e para as avançadas, dos níveis 1, 2 e 3.

Entre as medidas mais freqüentemente mencionadas em estatutos e diretrizes, o documento inclui a micromedição e o reparo de medidores, a detecção e o reparo de vazamentos, a revisão tarifária, a modernização dos sistemas prediais e a instalação de dispositivos economizadores, a educação e a informação pública, e o paisagismo.

Na Europa, destaca-se a atuação do *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*, criado em 1953 sob a denominação *Conseil International du Bâtiment (CIB)* e, em especial, a de uma de suas comissões, a *W62 - Water Supply and Drainage Systems for Buildings*, criada em 1972, conforme expõe GONÇALVES (1997).

No Brasil, já em 1986, registrava-se que os programas de economia de água são compostos por diferentes linhas de ação, podendo ser, segundo MONTENEGRO; SILVA (1986), agrupadas em dois blocos:

- *Subsídios para o planejamento*: caracterização da demanda (“um dos pontos chave na formulação de programas de economia de água”) e modelos de análise econômica;
- *Componentes típicos dos programas de economia de água*: “das linhas de ação mais freqüentemente seguidas em programas estrangeiros”, inclui a modificação nos códigos e normas de instalações hidráulicas prediais e seus componentes, detecção e reparo de vazamentos nas instalações prediais de água e no sistema de distribuição de água, micromedição, revisão e adequação da estrutura tarifária,

incentivo à adaptação ou substituição de aparelhos e componentes da instalação predial, orientação/regulamentação do uso externo da água, desenvolvimento de projetos para reúso e reciclagem de água servida, preparação de planos de contingência para secas, comunicação social e outros.

Onze anos depois, YOSHIMOTO *et alii* (1997) registram a implantação de Programas de Uso Racional da Água em Edifícios, apresentando como benefícios:

- Aumento do número de usuários atendidos;
- Diminuição dos investimentos na captação de água;
- Preservação dos recursos hídricos disponíveis;
- Diminuição das demandas horárias de água (otimização dos sistemas);
- Diminuição da geração de esgotos (redução dos investimentos em redes, etc.);
- Diminuição da demanda de energia elétrica para operação dos sistemas de abastecimentos, coleta e tratamento de água.

A implantação de programas de uso racional da água, com destaque para os programas desenvolvidos nos Estados Unidos a partir da lei *Energy Policy Act*, ainda segundo YOSHIMOTO *et alii* (1997), motivou a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) a desenvolver na Região Metropolitana de São Paulo, o Programa do Uso Racional da Água.

Conforme GONÇALVES (1997), este programa estava inserido no programa de perdas da concessionária, tendo sido convidada para o estabelecimento das bases tecnológica e documental a Escola Politécnica da USP (EPUSP), através do Laboratório de Sistemas Prediais do Departamento da Engenharia de Construção Civil (LSP/PCC).

O Programa teve início em 1996, através de convênio entre a SABESP, EPUSP e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), sendo então denominado **Programa de Uso Racional da Água em Edifícios (PURA)** e estruturado em seis macroprojetos (YOSHIMOTO *et alii*, 1997) ou macroprogramas:

- Projeto 1 - Banco de Dados de Tecnologias, Documentação Técnica e Estudos de Casos;
- Projeto 2 - Laboratório Institucional do Programa de Uso Racional da Água (LIPURA);
- Projeto 3 - Programa de Avaliação e Adequação de Tecnologias (PAAT);
- Projeto 4 - Caracterização da Demanda e Impacto das Ações de Economia no Setor Habitacional;
- Projeto 5 - Documentação Relacionada a Leis, Regulamentos e Programas Setoriais da Qualidade;
- Projeto 6 - Programas Específicos de Economia de Água em Diferentes Tipos de Edifícios (não habitacionais).

Em 1997, no âmbito do macroprograma 6, foram realizados três estudos de caso em São Paulo, denominados respectivamente PURA-EE (duas escolas estaduais - uma de primeiro grau e outra de segundo), PURA-DP (uma delegacia), PURA-HC (Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo).

Também em 1997, foram iniciados os estudos para sua implementação no *campus* da Universidade de São Paulo como estudo de caso em *campus* universitário, dando início ao **Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP)**.

OLIVEIRA (1999), que em seus estudos relatou os casos referentes ao PURA-EE (citado anteriormente), ao PURA-In-Cor (Instituto do Coração do HC) e a cozinhas industriais, apresenta como agrupamento das ações para a redução da água utilizada e dos desperdícios:

- “*ações econômicas* - através de incentivos e desincentivos econômicos. Os incentivos podem ser oferecidos por meio de subsídios para aquisição de sistemas e componentes economizadores de água e redução de tarifas. Os desincentivos podem ser implementados elevando-se as tarifas de água;

- *ações sociais* - através de campanhas educativas e de conscientização do usuário implicando na redução de consumo por meio da adequação de procedimentos relativos ao uso da água e da mudança de comportamento individual;
- *ações tecnológicas* - através de substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, de implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, de detecção e correção de vazamentos, de reaproveitamento de água e de reciclagem de água servida”.

Em seus estudos, OLIVEIRA (1999) registrou a importância de um melhor conhecimento das características físicas e funcionais de um sistema, de modo a permitir a implementação de ações mais atrativas - de menor custo, maior impacto da redução de consumo de água e melhor atendimento às necessidades dos usuários.

Segundo a autora, as ações tecnológicas, em especial o controle de desperdícios e a substituição de componentes convencionais por economizadores, são as consideradas de maior impacto pois geralmente a concepção destes componentes preconiza um menor consumo, um maior desempenho e uma menor influência da ação do usuário na economia de água.

OLIVEIRA (1999) cita ainda o **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA)**, cujas ações ocorrem nos níveis meso e micro, mas sem deixar de se articular com programas no nível macro, o que confirma a visão sistêmica de que o inter-relacionamento nos três níveis é indispensável para a preservação da água no âmbito urbano.

Este Programa abrange, conforme GONÇALVES (1997), os sistemas públicos de abastecimento de água (redes urbanas) e os sistemas hidráulicos prediais (redes prediais); e enfoca, no âmbito dos sistemas prediais e de maneira similar ao PURA, a tecnologia de produtos e de processos, a caracterização das demandas de água (principalmente habitacional) e a documentação base do Programa.

Ainda segundo o autor, o PNCDA, cujo objetivo é promover o uso racional da água para abastecimento público, representa um real mecanismo institucional e tecnológico de estruturação dos sistemas hidráulicos prediais no país.

No histórico do PNCDA merece destaque o *Seminário Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público*, realizado em 1986, assim como as iniciativas que conseguiram desenvolver-se após, principalmente as pesquisas sobre componentes de baixo consumo de água, mediante parcerias entre instituições de pesquisa e fabricantes de aparelhos e equipamentos sanitários. Em 1994, ano de início da série “Modernização do Setor Saneamento”, apontava-se a necessidade de incorporação, em âmbito federal, da coordenação de políticas e programas voltados à conservação e ao uso racional da água de abastecimento público. Finalmente, em 1997, atendendo à demanda do Setor de Saneamento, o Ministério do Planejamento e Orçamento instituiu, na esfera federal, um programa de conservação e uso racional da água de abastecimento público (SILVA; CONEJO; GONÇALVES, 1998).

Na sequência, foram firmados protocolos de cooperação com entidades civis, assim como um convênio com a Fundação para Pesquisa Ambiental (FUPAM), vinculada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP (FAU), para a elaboração de Documentos Técnicos de Apoio ao Programa (DTAs), especialmente nas áreas de planejamento das ações de conservação, de tecnologia dos sistemas públicos de abastecimento de água e de tecnologia dos sistemas prediais de água e esgoto.

O PNCDA apresenta um conceito de progressividade das medidas de conservação da água, linhas de ação de níveis básico, intermediário e avançado para cada grupo de medidas, conforme recomendado pela *Environmental Protection Agency (EPA)* para os programas de conservação da água nos Estados Unidos. Observa-se, porém, que “o estado da arte da conservação e do uso racional da água no Brasil” influenciaram na definição dos critérios de enquadramento e nos conteúdos das ações correspondentes.

O PNCDa conta ainda com instrumentos de apoio ao desenvolvimento institucional (Diretrizes para desenvolvimento de Planos de Combate ao Desperdício de Água e Apoio à operação do sistema de informações em rede - página do PNCDa) e de aprofundamento tecnológico (Documentos Técnicos de Apoio e Códigos de Prática), além de Apoio a cursos básicos e de aprofundamento.

Conforme SILVA; CONEJO; GONÇALVES (1998) vale ressaltar, por fim, a importância da implementação cuidadosa do Programa e que seja evitada a adoção de soluções isoladas, que se tenham mostrado eficientes em casos específicos, como se fossem respostas universais.

Ainda como experiências no Brasil, destacam-se o Programa de Conservação de Água da Universidade de Campinas - PRÓ-ÁGUA (NUNES, 2000) e as ações da Organização não Governamental (ONG) Água e Cidade.

O PRÓ-ÁGUA contemplou duas etapas:

- *Etapa I*: vistoria das edificações, pesquisa e correção de vazamentos, implementação da medição e monitoração remota, instalação de equipamentos economizadores e pesquisas sobre a satisfação dos usuários;
- *Etapa II* (em andamento no ano de 2004): estudo de usos específicos da água como em laboratórios, a análise do desempenho dos equipamentos economizadores, além da implementação de um sistema de manutenção predial capaz de manter os índices de redução atingidos.

Desde o início do PRÓ-ÁGUA, em 1999, obteve-se uma economia de 24% no consumo de água (ILHA *et alli*, 2002).

Entre as ações da ONG Água e Cidade, destaca-se sua premiação anual às melhores práticas de uso racional da água. GONÇALVES (2003b) cita, como benefícios da metodologia empregada na auditoria do uso da água, o fornecimento de parâmetros de avaliação da gestão do uso da água em empresas, a ajuda para obtenção da certificação ISO 14000 e a implantação da gestão da demanda de água em empresas,

criando oportunidades para produtos e profissionais relacionados com a conservação da água.

Para a avaliação das práticas são utilizados oito critérios: planejamento e coordenação, infra-estrutura e organização, mobilização e sensibilização, procedimento, tecnologia, manutenção e atualização, controle e gerenciamento, e resultados (PASSETO; GONÇALVES, 2001).

Além das práticas, programas e estudos de caso anteriormente citados, merecem destaque ainda os trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho de Sistemas Prediais (GT-SP) da Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), que realiza anualmente encontros para discutir avanços nas metodologias, tecnologias e resultados, pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), além dos progressos nas legislações.

Conforme MINISTÉRIO DAS CIDADES (2004) o PBQP-H, instituído em 1998, tem por objetivo básico o apoio ao esforço brasileiro de modernidade e à promoção da Qualidade e da produtividade no setor da construção habitacional, visando o aumento da competitividade de bens e serviços por ele produzidos. No escopo de um de seus projetos, o de Qualidade de Materiais e Componentes, e com vistas à Meta Mobilizadora Nacional da Habitação (elevação para 90%, até o ano 2002, do percentual médio de conformidade com as normas técnicas) foram criados os Programas Setoriais da Qualidade, entre os quais o de Tubos e Conexões de PVC, o de Metais Sanitários e Aparelhos Economizadores de Água e o de Louças Sanitárias.

Finalmente, com relação às legislações, SCHERER (2003) destaca algumas referências de ações de ordem normativa e legislativa, tomadas por iniciativa de alguns municípios brasileiros, tais como a obrigatoriedade de instalação de equipamentos economizadores de água nas edificações públicas e privadas (não-residenciais) a serem edificadas ou, em alguns casos, as já edificadas.

No Estado de São Paulo, no escopo do uso racional da água, pode-se apresentar o Decreto nº 45.805, de 15 de maio de 2001, que “Institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável e dá providências correlatas” (DOE, 2001) e o Decreto nº 48.138, de 07 de outubro de 2003, “Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo” (DOE, 2003).

Nesta *Introdução* são expostos, portanto, alguns conceitos relativos à água e às mudanças pelos quais eles vêm passando, o panorama da situação da água, os fatores envolvidos no agravamento desta e as soluções que têm sido adotadas, em seus diferentes níveis, incluindo as práticas, programas e estudos de caso em desenvolvimento no nível dos sistemas prediais. Maiores detalhes estão disponíveis no *Apêndice I*.

Contextualizada a inserção de Programas de Uso Racional da Água, são apresentados neste trabalho, sob uma abordagem sistêmica, a implementação de Programas desta natureza em um *campus* universitário e seus resultados.

Após a apresentação dos objetivos, no *Capítulo 2*, no *Capítulo 3* contextualiza-se os Programas na evolução histórica dos sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário, apresentando-se também estes sistemas quanto às suas características e aspectos de Desempenho e Qualidade. Encerra-se este capítulo com algumas metodologias de implantação de Programas propostas por outros autores.

A metodologia proposta por este trabalho para a implementação de um PURA inicia o *Capítulo 4*, no qual são apresentados elementos para o planejamento e implantação do Programa.

A gestão da demanda de água, que deve permear todo o desenvolvimento do Programa, é caracterizada no *Capítulo 5*, assim como seus principais instrumentos.

Finalmente, no *Capítulo 6*, apresenta-se os resultados.

Cabe aqui um esclarecimento: adotou-se, neste trabalho, a terminologia “**resultados**” em seu sentido amplo, a exemplo da referenciada e definida por ACDI (2001), como englobando impactos e efeitos. Trata-se como “**impactos**”, os resultados relacionados ao objetivo superior do Programa, portanto, a redução do consumo de água e, como “**efeitos**”, os resultados esperados do desenvolvimento do Programa, portanto, as alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário, em rotinas de manutenção predial e administrativas, e em parâmetros de projeto; o desenvolvimento tecnológico dos equipamentos; o despertar para a conservação da água (e conseqüente introdução de fontes alternativas); e as mudanças comportamentais dos usuários.

A partir da implantação do Programa, para a continuidade da redução do consumo (ou estabilização nos patamares mínimos alcançados), deve-se atribuir caráter permanente às atividades pós-implantação, à gestão da demanda da água, ao gerenciamento dos efeitos e, conseqüentemente, à gestão do próprio Programa.

A implementação do Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP) no *campus* Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO) é apresentada no *Capítulo 7* e, seus resultados, no *Capítulo 8*.

Além da apresentação dos dados de redução do consumo, são expostos as possíveis causas da variação do consumo e os fatores que influenciam nesta variação, avaliando-se dos dados de consumo mensal, de consumo diário *per capita* e do perfil de vazões das Unidades da Cidade Universitária.

Encerra-se o trabalho com a apresentação das conclusões finais e recomendações para a gestão de Programas de Uso Racional da Água e para o desenvolvimento de outros estudos (*Capítulo 9*).

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é avaliar sistemicamente a implementação de Programas Permanentes de Uso Racional da Água e seus resultados.

Propõe-se que, se o Programa for dotado de caráter permanente; se for estruturado e inserido na estrutura da instituição; se contemplar planejamento, pré-implantação, implantação, pós-implantação e, durante todo seu desenvolvimento, gestão da demanda da água; além da redução do consumo, serão obtidos outros resultados, chamados de efeitos: alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário, em rotinas de manutenção predial e administrativas, e em parâmetros de projeto; desenvolvimento tecnológico dos equipamentos; despertar para a conservação da água (e conseqüente introdução de fontes alternativas); e mudanças comportamentais dos usuários; e que, se estes efeitos forem gerenciados, aliando-se à gestão da demanda da água e do próprio Programa, os patamares de consumo serão mantidos em seus níveis inferiores ou até mesmo reduzidos.

Para tanto, objetiva-se, no contexto de sua implementação em um *campus* universitário:

- Contextualizar a introdução de Programas desta natureza no panorama da situação da água, nas soluções que têm sido adotadas, no desenvolvimento histórico dos sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário, na evolução dos conceitos de Sistema, de Desempenho e de Qualidade;
- Propor as atividades a serem contempladas no planejamento, pré-implantação, implantação e pós-implantação do Programa;
- Propor as atividades a serem contempladas na gestão da demanda da água e seus instrumentos (entre os quais, a medição setorizada e a telemedição);

- Avaliar os efeitos do Programa:
 - Alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário,
 - Alterações em rotinas de manutenção predial,
 - Alterações em rotinas administrativas,
 - Alterações em parâmetros de projeto,
 - Desenvolvimento tecnológico dos equipamentos,
 - Despertar para a conservação da água (e conseqüente introdução de fontes alternativas) - especificamente neste trabalho, o aproveitamento de água de poços, o aproveitamento de água pluviais e o reúso de águas,
 - Mudanças comportamentais dos usuários;
- Avaliar os impactos do Programa - a redução do consumo de água, em termos de dados de consumo mensal, de consumo diário *per capita* e de perfil de vazões;
- Destacar a importância do conhecimento dos sistemas prediais e das atividades dos usuários, relacionando causas da variação do consumo e fatores que influenciam nesta variação;
- Relacionar recomendações para a gestão de Programas desta natureza;
- Apresentar o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP), como implementação da metodologia proposta, de modo que esta possa ser empregada em outros locais; e, finalmente,
- Avaliar os resultados que foram obtidos na implementação do PURA-USP no *campus* Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO).

Pretende-se, assim, que este trabalho contribua para o desenvolvimento de outros Programas de Uso Racional da Água.

3 SISTEMAS PREDIAIS DE SUPRIMENTO DE ÁGUA FRIA E DE EQUIPAMENTO SANITÁRIO E PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA

Neste trabalho são abordados programas de uso racional da água aplicados especificamente a *campi* universitários ou situações similares a estas, o que não significa que as proposições apresentadas não sejam válidas para outras situações.

O nível de ações contemplado é o nível dos sistemas prediais e por isso a necessidade de compreendê-los antes de abordar diretamente os programas.

Dentre os sistemas prediais, foram selecionados como os mais intervenientes em programas de uso racional de água - os sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário.

Neste capítulo são apresentados, primeiramente, a evolução histórica, suas características e os conceitos de Qualidade e Desempenho relacionados aos referidos sistemas.

Na seqüência, trata-se de Programas de Uso Racional da Água e de algumas metodologias que vêm sendo empregadas.

Vale lembrar que as edificações abordadas nestes trabalho são subsistemas de um sistema maior - o *campus* universitário - com todas as peculiaridades a ele inerentes.

3.1 Sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário

3.1.1 Evolução histórica

A fim de compreender o desenvolvimento tecnológico e até mesmo cultural dos sistemas prediais, mais especificamente os sistemas prediais de suprimento e disposição de água, apresenta-se a seguir um breve histórico, iniciando-se por citações de LANDI (1993).

Remontando-se à origem das instalações sanitárias prediais, pode-se citar ruínas indianas de 3.000 a 6.000 anos, que revelam grande qualidade. Nestas civilizações e nas que se seguiram era um privilégio possuir banheiro e instalações hidráulicas: para os gregos “os banhos chegavam a se tornar um conforto” e para os romanos “um objetivo social e nacional, em torno do qual girava toda a vida da cidade”.

Mas os cuidados com o corpo, os conceitos de saneamento (pré-requisitos para higiene e saúde) e o conforto proporcionado, que estiveram ligados às sociedades antigas, foram esquecidos durante a Idade Média, assim como outros aspectos da ciência. Os aparelhos sanitários eram caros, sendo encontrados apenas em classes abastadas, e várias doenças acometiam as sociedades - as “pestes” como foram denominadas.

Com o advento do século XVII, foram retomados os conceitos de cuidados, saneamento e conforto. O mercantilismo e depois a revolução industrial proporcionaram intenso processo de urbanização e conseqüente aumento de poder aquisitivo. Aliaram-se a este aumento os processos tecnológicos e de produção em escala que possibilitaram soluções tecnológicas até então desconhecidas e a custos menores.

Chega-se, finalmente, ao século XIX e com ele “profundas modificações do ponto de vista sanitário, nas instalações prediais” (LANDI, 1993).

Neste ponto, pode-se inserir o desenvolvimento histórico da bacia sanitária, considerada como o mais importante aparelho sanitário de um banheiro. Este desenvolvimento exemplifica bem a afirmação de que se trata de “uma área ainda em estruturação, com falhas em nível tecnológico e até mesmo em nível de ciência” e que “sua evolução se fez do empirismo para o conhecimento científico”.

Durante a Idade Média, o recipiente que desempenhava o papel de bacia sanitária era mantido parcialmente cheio com água, mas com o intuito de “reduzir os odores do ambiente e facilitar a posterior remoção”. Naquele tempo, acreditava-se que os maus

odores eram a fonte das doenças e por isso os ambientes sanitários eram construídos fora das casas. Esta idéia perdurou por vários séculos, mas, “apesar de errada, proporcionou muitas conquistas técnicas, conseguindo-se melhorar consideravelmente a higiene dos ambientes e a contaminação da água”. Nos aparelhos que se seguiram, manteve-se certa quantidade de água, mas não ainda com o sentido do sifão como hoje é entendido - constituição de fecho hídrico para evitar retorno de odores.

Esta situação perdurou até a primeira metade do século XIX, mas, na segunda metade deste século, o fecho hídrico já era uma realidade, além do desenvolvimento de outros conceitos (*Tabela 3.1.1.1*).

Tabela 3.1.1.1 - Temas desenvolvidos nas últimas décadas do século XIX

Saída do tubo de queda a 60 centímetros acima do telhado (1877)

Não ligação do ramal de descarga do lavatório ao tubo de queda da bacia sanitária, a fim de evitar o retorno de odores (1880) - preconizado por Teale, já antecipava o princípio do “*two pipe system*”

Ventilação em um tubo especial - os edifícios eram cada vez mais altos e era urgente entender-se “os problemas de variação de pressão no interior de um tubo de queda”. Em 1880 “o conceito de ventilação já tinha evoluído bastante”

Fonte: Elaborado a partir de LANDI (1993)

Finalmente, no início do século XX, as bacias sanitárias assumiram uma aparência mais similar a que se conhece hoje, tendo sido adotados modelos de cerâmica.

Ainda conforme LANDI (1993), pode-se então dividir as pesquisas em quatro fases. Até 1917 (1ª. Guerra Mundial), tem-se “uma extensão do século passado: as pesquisas de campo são poucas, as de laboratório quase inexistentes, os conceitos são ainda mal formulados”, a “sifonagem e ventilação já estão bastante consagrados, mas ainda são de natureza empírica e os sistemas feitos com certo exagero”. Numa segunda fase (de 1920 a 1940) a idéia de funcionalidade passa a dominar a arquitetura, construindo-se banheiros adequados e inseridos num sistema racional. Após a 2ª. Guerra Mundial (1945-1972) conhecimentos básicos sobre fenômenos hidráulicos e pneumáticos do escoamento foram estruturados, sendo anos bem produtivos em termos de pesquisas. A quarta fase inicia-se em 1972, com a

estruturação da *Work Commission W62*, anteriormente citada, estendendo-se até nossos dias.

A criação deste grupo de trabalho, que realiza simpósios anualmente, objetivava suprir a necessidade do aumento do intercâmbio entre os pesquisadores, no contexto do *CIB*. A *Tabela 3.1.1.2* apresenta temas apresentados nos simpósios realizados nas décadas de 70 e 80.

Tabela 3.1.1.2 - Temas desenvolvidos nas últimas décadas do século XX

Demanda de água em edifícios, com apresentações de medições experimentais e formulação de modelos probabilísticos (1972)
Modelo matemático para o escoamento em tubos de queda, conceitos de autosifonagem e escoamento de ar e água nos tubos de queda (1973)
Economia de água, integração das regulamentações e conceito de Desempenho (até o final dos anos 70)
Modelos matemáticos para o escoamento em ramais de esgoto e tubos de queda
Emprego de <i>Computer Aided Design (CAD)</i> em instalações prediais

Fonte: Elaborado a partir de LANDI (1993)

Quanto aos métodos de determinação da demanda e dimensionamento dos sistemas, no século XIX não há referências sobre critérios, supondo-se estes ficarem a cargo dos engenheiros e instaladores. Estes critérios começaram a ser estruturados somente no século XX, sendo os métodos empíricos substituídos por modelos matemáticos e probabilísticos na segunda metade do século.

Uma exceção foi Roy B. Hunter, do *National Bureau of Standards (NBS)*, grande inovador, cujas proposições datam dos anos 20. Segundo seu método, “Considerando o tempo t de uso de cada aparelho, o tempo I decorrido entre duas utilizações e entrando conceitos de análise combinatória”, a vazão de projeto é calculada “de maneira a garantir que, em uma certa porcentagem muito pequena de casos, a tubulação passa a não trabalhar a contento”. Mas, a utilização de valores empíricos para a adoção de pesos para cada aparelho foi inevitável, em função das restrições impostas pelos dados disponíveis.

Assim, um passo importante para a viabilidade da pesquisa em modelos foi a substituição do computador analógico pelo digital. Outro passo importante foi a busca de alternativas ao, em geral, “superdimensionamento que resultava da aplicação do Método de Hunter”.

Por fim, LANDI (1993) faz referência ao trabalho desenvolvido por Gonçalves e Graça, da Escola Politécnica da USP (EPUSP), que propuseram um método generalizado no qual a diversidade dos aparelhos sanitários e a aleatoriedade dos tempos entre dois usos são considerados.

Além desta evolução técnica, as instalações sanitárias prediais sofreram uma mudança conceitual com o advento da terminologia “sistemas”, em substituição a “instalações”, e a inserção da nomenclatura “sistemas prediais de suprimento e disposição de água”.

Tratando-se primeiramente do conceito de sistemas, segundo KAUFFMAN Jr. (1980), “Por muitos séculos os cientistas acreditaram que a melhor maneira de aprender sobre alguma coisa que não compreendiam era separá-la e descobrir de que era feita”, o que no extremo leva à “idéia de que algo nada mais é do que a soma de suas partes” - o denominado de reducionismo.

O estudo sobre “as maneiras com que todos os diferentes tipos de sistemas estavam organizados”, acarretou, no início dos anos 20 na descoberta que “não importa quão diferentes possam parecer os ingredientes dos vários sistemas, eles são todos ligados de acordo com as mesmas regras gerais de organização”, considerando-se a palavra sistema em seu sentido coloquial, ou seja, “um conjunto de partes que interagem entre si para funcionarem como um todo”. Daí concluir-se que, para resolver um problema, tão importante quanto estudar as partes que compõem o sistema é estudar como as partes estão organizadas.

Para o melhor entendimento de como funcionam os sistemas, o autor cita alguns conceitos a eles relativos (*Tabela 3.1.1.3*).

Tabela 3.1.1.3 - Conceitos relativos à Teoria de Sistemas

<i>Conceito</i>	<i>Comentários</i>
<i>Ajustes</i>	Devem ser constantes, como “quando você anda de bicicleta de maneira eficaz” e “você está constantemente fazendo ajustes para corrigir os ‘erros’ do chão e do equilíbrio da bicicleta”
<i>Fluxo de informações</i>	Num fluxo contínuo de informações, “a informação sobre o output do sistema é retroalimentada para o seu lado input. A informação que é usada desta maneira é chamada ‘feedback’ e qualquer sistema como o que foi mostrado acima é chamado de ‘ciclo de feedback’” (<i>Figura 3.1.1.1</i>)
<i>Ciclo de feedback negativo</i>	Atua “para cancelar ou ‘negar’ as mudanças ocorridas no sistema” de modo a obter-se a estabilidade de sistemas naturalmente instáveis
<i>Tempo de reação</i>	“o mínimo de tempo necessário para um circuito completo em torno do ciclo”
<i>Antecipação</i>	Que muito depende da observação aos “alarmes” que ocorrem - “eventos que normalmente acontecem antes que um certo problema ocorra”
<i>Solução “óbvia”</i>	“com a qual deve-se tomar muito cuidado, pois algumas vezes a “a solução não funciona porque o ciclo de feedback é programado para cancelar qualquer interferência direta”. Nestes casos, “é muito melhor tentar mudar a maneira com que as partes interagem do que tentar aumentar a ‘musculatura’ do sistema”. Mas isto significa que você tem que, primeiro, conhecer como é o sistema e como ele funciona
<i>Ciclo de feedback positivo</i>	No qual “cada mudança retroalimenta o sistema para causar mais mudança”. Neste caso o ciclo “amplifica ou acrescenta qualquer distúrbio ao sistema”

Fonte: Elaborado a partir de KAUFFMAN Jr. (1980)

Ao longo deste trabalho são empregados alguns destes conceitos, por vezes implicitamente, daí registrá-los neste capítulo. A importância, durante a implementação de um Programa de Uso Racional, no contexto da proposição deste trabalho (*Capítulo 2*), da realização de constantes ajustes, da criação e manutenção do fluxo de informações, do entendimento dos mecanismos que regem os ciclos de *feedback*, da necessidade do adequado tempo de reação, da atenção ao alarmes para se atuar por antecipação, do conhecimento dos elementos do sistema (e como eles funcionam) para não incorrer em soluções “óbvias”, mas equivocadas, não deve ser negligenciada.

GRAÇA; GONÇALVES (1986) ratificam a importância de abordar problemas complexos através da Teoria de Sistemas, principalmente a partir dos anos 40, em áreas gerais do conhecimento e, a partir dos últimos anos, no campo da Construção Civil.

ACKOFF (1974) *apud* GRAÇA; GONÇALVES (1986) define que “um sistema é mais do que a soma de suas partes” e que “Os elementos de um conjunto e o conjunto de elementos que formam um sistema” devem apresentar como propriedades:

- “as propriedades ou comportamentos de cada elemento do conjunto têm efeito sobre as propriedades do conjunto entendido como um todo”;
- “as propriedades e comportamento de cada elemento, e a maneira pela qual afetam o todo, dependem das propriedades e comportamento de pelo menos um outro elemento do conjunto. Conseqüentemente, nenhuma parte tem efeito independente sobre o todo e cada parte é afetada por pelo menos uma outra parte”;
- “cada possível subgrupo de elementos do conjunto tem as duas primeiras propriedades: cada subgrupo tem um efeito não independente sobre o todo. Conseqüentemente, o todo não pode ser decomposto em subconjuntos independentes”.

Conforme GRAÇA; GONÇALVES (1986), antes do advento da Teoria de Sistemas, o enfoque dado à resolução dos problemas era reducionista (analítico), ou seja, o problema era subdividido em partes indivisíveis, procurando-se “estudar suas propriedades e comportamentos, e explicar o comportamento do todo através do comportamento de suas partes”. Em outras palavras, o reducionismo “traduz-se na decomposição de um problema complexo em problemas simples, considerando-se que a solução deste problema complexo é a somatória da solução dos problemas simples, obtidos na decomposição”. Esta abordagem tem se mostrado inadequada para os problemas cada vez mais complexos, pois “um sistema pode ser dividido física ou estruturalmente, mas não funcionalmente”.

Com a Teoria de Sistemas, o enfoque torna-se expansionista (sintético), ou seja, passa-se a “abordar subsistemas sem desmembrá-los funcionalmente do sistema a que pertencem”.

Os autores definem, então, como enfoque sistêmico, “A abordagem de problemas, utilizando-se o conceito de sistema, e a maneira expansionista (sintética) de pensar”.

Insere-se, portanto, neste contexto, a proposição de GONÇALVES (1997), de utilização da “denominação ‘Sistemas Prediais’ em substituição à ‘Instalações Prediais’, usual e inadequadamente empregada, considerando-se a necessidade de enfocarmos sistemicamente esta área do conhecimento”. Como definição, o autor apresenta: “Sistemas Prediais são sistemas físicos, integrados a um edifício e que têm por finalidade dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-se com os insumos prediais necessários e propiciando os serviços requeridos”.

Retomando-se o desenvolvimento tecnológico dos sistemas prediais de suprimento e disposição de água, o referido autor registra avanços em âmbito nacional e internacional, que aos poucos têm se incorporado à prática profissional, conforme *Tabela 3.1.1.4*.

Tabela 3.1.1.4 - Temas desenvolvidos no final do século XX

Modelos matemáticos para o dimensionamento de ambientes sanitários, utilizando Teoria das Filas e Modelos Probabilísticos e de simulação para a determinação da demanda de água para projeto
Modelos matemáticos para o dimensionamento de redes de esgotos sanitários, utilizando-se o “método das Características” e avaliando-se os escoamentos com a redução dos volumes de descarga dos aparelhos sanitários
Aplicação de CAD nos processos convencionais de projeto
Sistemas prediais de água fria e quente com tubos flexíveis e com distribuição através de barrilete interno, utilizando processo de execução similar ao de sistemas prediais elétricos
Sistemas prediais de esgotos sanitários com diminuição dos diâmetros dos tubos de coleta e do número de tubulações de ventilação, utilizando dispositivos especiais e visando o emprego de aparelhos sanitários com volumes de descarga reduzidos
Sistemas prediais de esgotos sanitários pressurizados, reduzindo-se os diâmetros das tubulações
Aparelhos e dispositivos com volumes de descarga reduzidos e vazões limitadas, tais como bacias sanitárias, chuveiros, etc.
Equipamentos e dispositivos especiais tais como válvulas de admissão de ar para sistemas prediais de esgotos sanitários, dispositivos anti-retorno, etc.
Racionalização dos processos executivos, com componentes e elementos pré-montados, painéis hidráulicos, <i>kits</i> , <i>shafts</i> , etc.

Fonte: Elaborado a partir de GONÇALVES (1997)

Finalmente, a *Tabela 3.1.1.5* apresenta os temas que têm sido discutidos nos últimos simpósios do Grupo de Trabalho *CIB W62* (de 2000 a 2004), o que permite avaliar a evolução dos temas discutidos por pesquisadores desde o final do século XIX (*Tabela 3.1.1.1*) até os dias atuais.

Tabela 3.1.1.5 - Temas desenvolvidos no início do século XXI

Demanda da água em edifícios: modelagem para dimensionamento, controle de perdas
Sistemas de suprimento de água em edifícios (inclusive os históricos)
Sistemas de drenagem em edifícios: avaliação de válvulas em sistemas de ventilação,
Sustentabilidade em edifícios: uso racional da água, aproveitamento de águas pluviais, medição individualizada, reúso (inclusive utilização de “águas cinzas” - <i>grey water</i>), válvulas de admissão de ar, água no paisagismo, gestão da demanda, mictório sem água, telhados “verdes” (<i>green roofs</i>)
Regulamentação, processos, especificações: uso de plástico, normalização de produtos
Avaliação de Desempenho de materiais e sistemas: aquecimento solar, legionela, chumbo em redes, dimensionamento de dispositivos, detecção de vazamentos, drenagem em edifícios, bacias sanitárias
Normalização: bacias sanitárias, estado das normas na Europa, metodologia de gestão do uso da água, avaliação da conscientização sobre economia de água
Modelagem, dimensionamento e controle: análise computacional de consumo de água, modelos para estimar consumo de água em função do uso de equipamentos, dimensionamento de rede de esgoto, <i>software</i> de simulação do efeito da medição setorizada em residências, transiente de pressões na ventilação, água fria e quente, esgoto, economia de energia
Análises e soluções: transiente de pressões, vórtex, algoritmos, dinâmica de escoamentos
Transporte de água por meios porosos infiltração
Desenvolvimento industriais: uso de indicadores na gestão do uso de plásticos, bacias de volume de descarga reduzido - VDR, dimensionamento de dispositivos
Monitoramento: avaliação da qualidade da água, detecção de perdas de água
Normalização e dimensionamento: simulação de dimensionamento de sistemas de água fria e quente, transientes de pressão na ventilação e no esgoto
Questões sanitárias: processos de contaminação pela água e pelo ar (Síndrome Respiratória Aguda Grave - SARS, por exemplo)

3.1.2 Características

TAMAKI (2003) apresenta uma possível classificação dos subsistemas de um edifício, “segundo a qual pode-se observar a inclusão dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário como subsistemas do sistema de suprimento e disposição de água e este, por conseguinte, como subsistema do sistema de serviços de um edifício” (*Figura 3.1.2.1*).

O autor salienta porém, que se trata de uma possibilidade de classificação, podendo um mesmo subsistema “ser classificado em categorias distintas, conforme o aspecto funcional considerado”.

Neste trabalho são abordados, dentre os subsistemas de suprimento e disposição de água, o de suprimento de água fria e o de equipamento sanitário, não se incluindo, em seu escopo, o de coleta de esgoto sanitário, nem o de suprimento de água quente.

*Incluindo possíveis subsistemas de aproveitamento de águas coletadas, o que contribui com as ações de uso racional da água.

Fonte: PCC-2465 SISTEMAS PREDIAIS I (2002) *apud* TAMAKI (2003)

Figura 3.1.2.1 - Possibilidade de classificação de subsistemas do edifício

- **Sistema de suprimento de água fria**

ILHA; GONÇALVES (1994) descrevem o sistema de suprimento de água fria desde a captação da água, que pode ser realizada “por meio da rede pública ou então a partir de fontes particulares”, passando pelo subsistema de abastecimento e terminando no subsistema de distribuição.

A *Figura 3.1.2.2* apresenta uma tipologia de sistema de suprimento de água fria bastante empregada no Brasil para edifícios com mais de três ou quatro pavimentos.

A tipologia mista, com alguns pontos abastecidos diretamente da rua também é muito empregada.

Fonte: PCC-2465 SISTEMAS PREDIAIS I (2002) *apud* TAMAKI (2003)

Figura 3.1.2.2 - Exemplo de esquema de sistema de suprimento de água fria

Conforme ilustrado na figura anterior, o abastecimento é realizado por uma ligação predial, que inclui:

- Ramal predial ou externo: trecho entre a rede pública e o medidor (hidrômetro);
- Alimentador predial ou ramal predial de alimentação: trecho entre o medidor e a primeira derivação, ou até a válvula bóia (na entrada de um reservatório).

Quanto ao tipo de abastecimento de água, TAMAKI (2003) apresenta o sistema indireto (com reservação) e misto como sendo predominantes no Brasil, em função da falta de confiabilidade das redes de concessionárias (falhas no suprimento, em virtude de rotinas de operação e manutenção) e da existência de respaldo legal por parte de entidades normativas, da administração pública e das concessionárias de serviço público de água.

ILHA; GONÇALVES (1994) acrescentam que o sistema direto (sem reservação) pode ser com ou sem bombeamento, em função das condições de pressão e vazão da rede pública, tendo em vista as solicitações do sistema predial.

A distribuição, por sua vez, pode incluir os elementos entre a estação elevatória (ou desde o reservatório, na ausência desta estação); e os pontos de utilização. TAMAKI (2003) lembra que, quando existente, o sistema de recalque “também é considerado um subsistema da distribuição” e que “Ao final dos sub-ramais estão os pontos de consumo onde são acoplados diversos equipamentos” (componentes do sistema de equipamentos sanitário).

Além do subsistema de abastecimento e do de distribuição, o sistema de suprimento de água fria inclui o subsistema de medição e reservação.

TAMAKI (2003) define o sistema de medição (*Figura 3.1.2.3*) como responsável por medir a quantidade de água consumida, contando para tal de medidor (hidrômetro) e complementos (cavalete, válvula, abrigo, etc.).

Fonte: PCC-2465 SISTEMAS PREDIAIS I (2002) *apud* TAMAKI (2003)

Figura 3.1.2.3 - Esquema de instalação de um sistema de medição

Ainda segundo o autor, o sistema de reservação é responsável por “aumentar a confiabilidade do fornecimento de água aos diversos usos e de amortecer os picos de vazão de água demandada pelos equipamentos”, podendo estar presentes também os sistemas de tratamento e pressurização da água.

- **Sistema de equipamento sanitário**

Conforme definição de TAMAKI (2003), o sistema de equipamento sanitário é composto “por equipamentos instalados na interface entre o sistema de suprimento de água e o usuário, escolhidos e instalados de modo a atender às necessidades deste, que podem ser uma ou mais, dependendo da atividade a ser desenvolvida: acessibilidade, flexibilidade, controle, adaptabilidade ao usuário, forma, etc.” (Figura 3.1.2.4).

Fonte: Elaborado a partir de GONÇALVES (2002)

Figura 3.1.2.4 - Interface entre subsistemas do sistema de suprimento e disposição de água

Como equipamentos sanitários (também denominados aparelhos sanitários) comumente empregados nos edifícios, ILHA; GONÇALVES (1994) apresentam: bacia sanitária (modelos com caixa suspensa, com caixa acoplada ou com válvula de descarga), mictório, lavatório, bidê, chuveiro, tanque de lavar roupas, máquina de lavar roupas, máquina de lavar pratos, filtro, torneira de lavagem, pia de cozinha.

3.1.3 Conceitos de Desempenho e Qualidade

GRAÇA (1985) *apud* ILHA; GONÇALVES (1994) define a “harmonia funcional”, como sendo a “inter-relação entre os subsistemas visando adequado relacionamento Homem - Edifício - Meio Ambiente”. Os autores acrescentam que a harmonia funcional solicitada pelo usuário deve estar presente no produto final dos projetos e, para tanto, o projeto de cada subsistema deve “considerar as diversas interações com os demais subsistemas”.

GONÇALVES (1997) comenta que a “diversificação e a evolução das atividades desenvolvidas pelos usuários de edifícios” tem acarretado num aumento da complexidade dos sistemas prediais e na exigência de seu maior grau de integração. Vem alterando-se também a caracterização de um edifício: como tão importante quanto a tipologia e a área construída, tem sido tratado o “grau de atendimento (serviço) às necessidades funcionais e econômicas dos usuários”, isto é, o “nível de satisfação dos clientes finais”.

Em particular quanto aos sistemas que utilizam a água, GONÇALVES (2002) apresenta como características funcionais: flexibilidade (espaços, modularidade, dutagem), confiabilidade (alimentações alternativas - equipamentos *stand-by*) e gerenciamento (administrativo, conservação - uso racional, operação e manutenção).

Conforme GRAÇA, GONÇALVES (1986), no contexto de “avaliar princípios e comportamentos a partir do conhecimento do problema maior”, insere-se o caráter expansionista do “conceito de desempenho aplicado ao sistema edifício, e em particular ao subsistema sanitário predial”.

WYLY; GALOWIN *apud* GRAÇA; GONÇALVES (1986), definem que “o conceito de desempenho centraliza-se na idéia de que produtos, dispositivos, sistemas ou serviços podem ser descritos e os seus desempenhos podem ser medidos em termos das exigências dos usuários”.

Conforme GONÇALVES (1997), percebida a necessidade de adoção de um enfoque sistêmico à abordagem dos sistemas e seguindo-se esta linha desenvolve-se a aplicação do conceito de Desempenho aos sistemas prediais e, desta forma, em sua concepção objetiva-se “a sua adequação às necessidades e exigências dos usuários, e não o caso contrário, ou seja, dos usuários aos sistemas”.

GRAÇA; GONÇALVES (1986) definem:

- Desempenho de sistemas: “liga-se diretamente a compatibilização dos mesmos às exigências do usuário, independentemente dos componentes a serem usados”;
- Desempenho de componentes: “liga-se à durabilidade e à capacidade de, como parte do sistema, exercer sua função e conseqüentemente contribuir para que o sistema também permaneça em funcionamento adequado, durante o período de utilização a ser considerado”.

Para a abordagem dos sistemas, através da utilização de conceito de Desempenho, os autores incluem as seguintes etapas, que podem ser aplicadas aos mais variados sistemas:

- “a. caracterizar os usuários do sistema;
- b. definir suas necessidades e exigências;
- c. identificar as condições de exposição a que está submetido o sistema;
- d. definir os requisitos de desempenho do sistema;
- e. definir os critérios de desempenho do sistema;
- f. estabelecer os métodos para a avaliação do desempenho do sistema”.

Em particular quanto aos sistemas que utilizam a água, GONÇALVES (2002) apresenta como requisitos de Desempenho aqueles relativos à qualidade, quantidade (controle), disponibilidade, adequabilidade do uso e temperatura da água.

Considerando estes requisitos, o autor define que o sistema predial de suprimento de água “deve prover, quando necessária ao uso, água de boa qualidade, em quantidade e temperatura controláveis pelo usuário, para a sua adequada utilização”.

GONÇALVES (1997), comenta também a evolução, que vem ocorrendo ao longo do tempo, do conceito de Qualidade, ampliando-se de modo a contemplar “desde uma ação de controle tecnológico, até a implantação de sistemas da qualidade conduzindo à qualidade total ou à excelência na gestão”. Com o advento das normas da *International Organization for Standardization (ISO)*, em sua série 9000, e com adoção de modelos japoneses de gestão da Qualidade, intensificaram-se na década de 80 os movimentos em prol da Qualidade.

Ao autor alerta ainda que os programas da Qualidade devem abranger “todas as atividades operacionais do ciclo da qualidade, desde o planejamento até a execução e operação, considerando as necessidades funcionais dos clientes/usuários, estabelecendo os requisitos e critérios de desempenho e as condições de uso, operação e manutenção a serem verificadas, em função do tipo de edifício e de sua finalidade”.

Analizando a Qualidade dos sistemas prediais, GONÇALVES (1997) denota duas dimensões distintas que podem ser enfocadas, conforme descrito na sequência.

- **Qualidade na implantação dos sistemas prediais**

Estão envolvidas nesta dimensão “questões ligadas ao desempenho dos sistemas e à organização dos procedimentos de projeto e execução, incluindo os sistemas de informação e a avaliação durante a utilização dos sistemas prediais”.

Deve-se, portanto, estruturar os sistemas de informação para projeto, “visando à melhoria do fluxo de informações de projeto, à compatibilização entre os projetos dos diversos subsistemas que compõem o edifício e à redução das patologias provenientes da qualidade de informação na etapa de projeto”.

Quanto à Avaliação Durante Operação (ADO) dos sistemas prediais, também neste contexto, ela deve ser realizada “visando a promover a adaptação às necessidades

reais e atuais dos edifícios e retroalimentar os manuais de procedimentos de projeto com os dados observados na operação dos sistemas”.

Para a ADO pode-se utilizar uma metodologia “que ordena as atividades necessárias para a proposição de intervenções em sistemas prediais, que é baseada nos trabalhos de patologia das construções e na metodologia APO - Avaliação Pós Ocupação”.

- **Programas Setoriais da Qualidade**

Esta dimensão técnico-institucional “refere-se ao desenvolvimento da qualidade dos sistemas, em particular aos componentes destes sistemas, através de ações institucionais envolvendo setores e suas cadeias produtivas, estabelecendo programas da qualidade que promovam a melhoria de produtos e serviços de um setor como um todo”.

A introdução de Programas Setoriais da Qualidade depende do estabelecimento de um processo de parceria que conte com entidades setoriais, devendo-se atentar para “aspectos de perenidade, de competitividade setorial, de cultura institucional relacionada à qualidade e de desenvolvimento tecnológico”.

Programas da Garantia da Qualidade (PGQs) foram iniciados, em 1989, com o PGQ/PVC cujo objetivo era a “formulação de uma base tecnológica e administrativa que permita a produção de componentes de PVC, neste caso tubos e conexões para sistemas hidráulicos prediais e sua instalação com características controladas, de maneira a atender às exigências dos usuários, a atingir e manter a qualidade estabelecida e prover de confiança os participantes do programa e seus clientes” (GONÇALVES, 1997).

Segundo o autor, baseados neste modelo, outros segmentos (da indústria de plásticos e da construção civil, em geral) deram início aos seus PGQs, incluindo produtos como “janelas de forros de PVC, tubos e conexões de PCV para saneamento, tubos e

conexões de polietileno para gás combustível e saneamento e sistemas plásticos para o controle de perdas e uso racional da água”.

Em 1996, através do decreto nº 41.337, foi instituído pelo Governo do Estado de São Paulo o Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (QUALIHAB), cuja operacionalização ficaria a cargo da Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano (CDHU). Este programa utiliza o mesmo modelo de implantação de Programas Setoriais da Qualidade, objetivando, assim como este, a “melhoria do desempenho de produtos e serviços na construção”, envolvendo para tal “empresas de um mesmo setor e a respectiva cadeia produtiva”.

GONÇALVES (1997) registra ainda, o andamento de dezenove programas setoriais da Qualidade, inseridos no QUALIHAB, incluindo setores de serviços (projeto e obras) e materiais, componentes e serviços. A exemplo do QUALIHAB desenvolve-se também o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), com promoção do Ministério de Planejamento e Orçamento (MPO), atualmente do Ministério das Cidades.

Dentro do contexto do PBQP, conforme o autor, a aplicação de Programas da Qualidade de Sistemas Prediais (SP) devem objetivar:

- “enfocar sistemicamente todos os elos do Ciclo da Qualidade na implantação de SP;
- atender as necessidades funcionais dos usuários e às condições de uso, operação e manutenção dos SP;
- introduzir o conceito de melhoria contínua dos processos de projeto, execução e manutenção dos SP;
- trabalhar cooperativa e integradamente com os diversos segmentos da indústria da construção civil, implementando os conceitos de parceria, qualidade, produtividade e redução de desperdícios”.

Conforme o MINISTÉRIO DAS CIDADES (s/data), os Programas Setoriais de Qualidade de Materiais (PSQs) “são programas de qualidade elaborados, discutidos e

implementados pelo setor produtivo de materiais e componentes, com a coordenação de uma entidade ou associação representativa de abrangência nacional”. Entre os Programas, na área dos sistemas de suprimento e disposição de água citam-se o de Tubos e Conexões de PVC para Sistemas Hidráulicos Prediais, Metais Sanitários e Aparelhos Economizadores de Água e o de Louças Sanitárias para Sistemas Prediais.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2003) apresenta como objetivos do Programa Setorial da Qualidade de Metais Sanitários e Aparelhos Economizadores de Água:

- “Garantir que os metais sanitários comercializados no Brasil atendam às Normas Brasileiras”; e
- “Criar uma estrutura técnica e administrativa que permita a produção e comercialização de aparelhos economizadores de água com características controladas, de modo a se garantir o desempenho satisfatório (segundo especificações técnicas) e o atendimento a Programas para o Uso Racional da Água (PURAs) e ao Programa Nacional para o Combate ao Desperdício de Água (PNCDA)”.

Segundo a entidade, pretende-se, através deste Programa Setorial, o atendimento aos requisitos especificados nas normas técnicas, por parte de, pelo menos, 90% dos metais sanitários. Para tanto, tem-se entre outras estratégias, o acompanhamento dos produtos (nacionais e importados) oferecidos ao mercado, para a verificação da conformidade; sensibilização dos fabricantes para a melhoria e manutenção da qualidade de seus produtos (considerando as necessidades do usuário final, as exigências do Código de Defesa do Consumidor e a Meta Mobilizadora do Setor); e normalização de todas as linhas de metais sanitários (em especial, dos aparelhos economizadores).

Sobre o Programa Setorial da Qualidade de Louças Sanitárias para Sistemas Prediais, MINISTÉRIO DAS CIDADES (2004) apresenta como objetivos:

- “Garantir que todas as louças sanitárias comercializadas no Brasil atendam às Normas Brasileiras”;

- “Garantir que todas as louças sanitárias comercializadas no Brasil atendam às diretrizes estabelecidas nos Programas federais, estaduais e municipais para o uso racional da água”; e
- “Atender à Submeta do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade da Construção Habitacional (PBQP-H) - Produção de bacias sanitárias, caixas de descarga e comandos hidráulicos de volumes reduzidos - qualidade evolutiva destes componentes, de tal forma que, em 2000, o volume de descarga seja limitado a 9 litros e até o ano de 2002, atingir a meta de volume máximo de descarga no entorno de 6 litros, ou valor que implique no menor consumo de água.”

Além da meta de obtenção de 90% dos equipamentos conformes com as normas (a exemplo do setor de metais), neste setor trabalha-se também para a conformidade com a submeta estabelecida pelo PBQP-H para o volume de descarga reduzido. Segundo estudo de campo realizado, “o volume de descarga que implica no menor consumo de água é de 6,8 litros, admitindo-se uma variação máxima de $\pm 5\%$ ” (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Com relação às normas técnicas, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apresenta como Comitês Técnicos de Normalização que mais se relacionam com os sistemas prediais de suprimento e disposição da água (ABNT, 2004) os seguintes:

- *Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-02)*: atua na normalização do campo da construção civil compreendendo componentes, elementos, produtos, serviços, planejamento, projeto, execução, armazenamento, operação, uso e manutenção. Inclui, entre outros, aparelhos e componentes sanitários, plásticos, desempenho de edificações e seus componentes, tratamento e abastecimento de água, componentes e tubulações de aço, sistemas prediais hidráulico-sanitários, quanto ao que concerne a terminologia, requisitos, métodos de ensaio e generalidades;

- *Comitê Brasileiro da Qualidade (ABNT/CB-25)*: atua na normalização no campo de gestão da Qualidade, compreendendo sistemas da qualidade, garantia da qualidade e tecnologias de suporte; diretrizes para seleção e aplicação das normas da qualidade; e no campo da avaliação da conformidade compreendendo estudo de meios para a avaliação da conformidade de produtos, processos, serviços e sistemas de gestão; elaboração de guias e normas relativas a práticas de ensaio, inspeção e certificação de produtos, processos e serviços e para avaliação de sistemas de gestão, laboratório de ensaio, organismos de inspeção, certificação e credenciamento, e sua operação e aceitação. Excluindo-se a normalização de produtos e serviços;
- *Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (ABNT/CB-38)*: atua na normalização no campo de ferramentas e sistemas de Gestão Ambiental. Excluindo-se métodos de ensaios relativos a poluentes, qualidade da água, qualidade do solo e acústica; fixação de valores limites em matéria de poluentes ou de efluentes; fixação de níveis de desempenho ambiental; e normalização de produtos.

Na *Tabela 3.1.3.1* são apresentadas algumas das normas relativas a subsistemas do sistema de água, assim como normas relativas à Qualidade, Desempenho e Gestão Ambiental.

Tabela 3.1.3.1 - Relação de algumas normas da ABNT

<i>Número</i>	<i>Data</i>	<i>Nome</i>
<i>NBR ⁽¹⁾ 15099</i>	06/04	Aparelho sanitário de material cerâmico - Dimensões padronizadas
<i>NBR 15098</i>	06/04	Aparelho sanitário de material cerâmico - Procedimento para instalação
<i>NBR 15097</i>	06/04	Aparelho sanitário de material cerâmico - Requisitos e métodos de ensaio
<i>NM ⁽²⁾-ISO 14012</i>	2000	Diretrizes para auditoria ambiental - Critérios de qualificação para auditores ambientais
<i>NM-ISO 14011</i>	2000	Diretrizes para auditoria ambiental - Procedimentos de auditoria - Auditoria de sistemas de gestão ambiental
<i>NM-ISO 14010</i>	2000	Diretrizes para auditoria ambiental - Princípios gerais
<i>NBR 14534</i>	06/00	Torneira de bóia para reservatórios prediais de água potável - Requisitos e métodos de ensaio

Tabela 3.1.3.1 - Relação de algumas normas da ABNT (continuação)

<i>Número</i>	<i>Data</i>	<i>Nome</i>
<i>NBR NM 212</i>	11/99	Medidores velocimétricos de água potável fria até 15m³/h
<i>NBR 5648</i>	01/99	Sistemas prediais de água fria - Tubos e conexões de PVC 6,3 PN 750kPa, com junta soldável
<i>NBR 5626</i>	09/98	Instalação predial de água fria
<i>NBR 14122</i>	06/98	Ramal predial - Cavalete galvanizado DN 20 - Requisitos
<i>NBR 14005</i>	11/97	Medidor velocimétrico para água fria, de 15m³/h até 1500m³/h de vazão nominal
<i>NBR 8194</i>	09/97	Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15m³/h de vazão nominal - Padronização
<i>NBR 8009</i>	09/97	Hidrômetro taquimétrico para água fria até 15m³/h de vazão nominal - Terminologia
<i>NBR ISO 14004</i>	10/96	Sistemas de gestão ambiental - Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio
<i>NBR ISO 14001</i>	10/96	Sistemas de gestão ambiental - Especificação e diretrizes para uso
<i>NBR 13713</i>	08/96	Aparelhos hidráulicos acionados manualmente e com ciclo de fechamento automático
<i>NBR 13604</i>	05/96	Filtros e tubos de revestimento em PVC para poços tubulares profundos
<i>NBR 5590</i>	06/95	Tubo de aço-carbono com ou sem costura, pretos ou galvanizados por imersão a quente, para a condução de fluidos
<i>NBR 12905</i>	08/93	Válvula de descarga - Verificação do desempenho
<i>NBR 12904</i>	06/93	Válvula de descarga
<i>NBR 12212</i>	04/92	Projeto de poço para captação de água subterrânea
<i>NBR 12096</i>	04/92	Caixa de descarga - Verificação de desempenho
<i>NBR 11852</i>	04/92	Caixa de descarga
<i>NBR 10844</i>	12/89	Instalações prediais de águas pluviais

⁽¹⁾ Norma Brasileira Registrada

⁽²⁾ Norma Mercosul

Por fim, vale registrar algumas das conceituações da Qualidade e metodologias que podem ser aplicadas, conforme apresentado por GONÇALVES (2001).

Ampliando o conceito de Qualidade, o autor apresenta como definições de Qualidade:

- “j) qualidade é a capacidade de entusiasmar o cliente
- i) qualidade é maximizar o valor do produto
- h) o que conta é a qualidade percebida pelo cliente
- g) qualidade é relativa e dinâmica
- f) qualidade inclui os serviços agregados ao produto
- e) atender com economia
- d) as necessidades podem explícitas ou implícitas
- c) o cliente pode ser interno ou externo e a sociedade em geral
- b) características que atendem à necessidade dos clientes
- a) conformidade com requisitos”.

Já como principais enfoques e metodologias utilizados em Programas de Melhoria da Qualidade, GONÇALVES (2001) apresenta:

- *Melhoria Projeto a Projeto*: com envolvimento dos funcionários e acumulação da experiência;
- *Ciclo PDCA ou Ciclo Deming*: melhoria contínua através de saltos a cada ciclo, intercalados por períodos de estabilização da rotina, cuja sigla deriva dos termos, em inglês - *Plan* (planejar), *Do* (executar), *Check* (verificar, controlar), *Act* (atuar, realizar, ação corretiva);
- *Trilogia Juran*: Juran (1990) apresenta, através de um gráfico, três das etapas do processo de gestão da Qualidade - planejamento, controle e melhoria, apresentando a redução de custos como uma preocupação constante;
- *KAIZEN*: trata-se de uma filosofia japonesa de administração que enfatiza a melhoria contínua, considerando que este “melhoramento gradual dos vários processos produtivos e administrativos da empresa tem a mesma importância que as grandes inovações tecnológicas” e envolvendo todos, inclusive gerentes e funcionários. O KAIZEN inclui ainda, práticas como o Controle da Qualidade Total, *Just-in-Time*, relações do trabalho, entre outras.

3.2 Programas de uso racional da água

Nos itens anteriores pôde-se observar a evolução da área de sistemas prediais, em especial no que diz respeito aos de suprimento de água fria e de equipamento sanitário.

Paralelamente a esta evolução, na qual denota-se que somente no final século XIX começaram a ser registrados maiores progressos, desenvolveram-se também, no século seguinte, os conceitos de Sistema, Qualidade e Desempenho. Desde então a abordagem foi alterada e passou a incluir questões mais abrangentes.

Considerando que os sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário constituem apenas um meio para o usuário poder utilizar a água, a evolução histórica destes sistemas tem sido determinada pelo atendimento a este fim.

Nas últimas décadas do século XX, a sociedade tem assumido o problema da escassez da água, o que tem exigido dos sistemas prediais uma resposta a mais esta necessidade da sociedade: não basta mais atender ao usuário, em quantidade e qualidade suficientes para que ele desenvolva suas atividades segundo o próprio nível de conforto vigente, é necessário que se reduzam os volumes de água desejados.

Surgem então, entre as décadas de 70 e 80, as práticas de uso racional da água, os estudos de caso, os projetos e, seguindo a linha do pensamento sistêmico, os Programas de Uso Racional da Água, atendendo à demanda de ações estruturantes.

Ressalta-se, no Brasil, o estudo de OLIVEIRA (1999) que apresenta o desenvolvimento inicial da metodologia de implementação de PURAs - Programas de Uso Racional da Água em Edifícios. Além da própria metodologia, dos estudos de caso apresentados (em escola - PURA-EE, e em hospital - PURA-HC) e dos resultados obtidos, destacam-se as definições estabelecidas pela autora, entre as quais:

- *Perda*: “água que escapa do sistema antes de ser utilizada para uma atividade fim. Em geral, as perdas ocorrem devido aos seguintes fatores:
 - vazamento - fuga de água de um sistema hidráulico, quer seja em tubulações - tubos e conexões, componentes de utilização, reservatórios e, ainda, em equipamentos - conjunto motor bomba e outros.
 - mau desempenho do sistema - por exemplo, um sistema de recirculação de água quente operando inadequadamente, ou seja, com o tempo de espera longo e, portanto, gerando perda de água antes de ser utilizada pelo usuário;
 - negligência do usuário - torneira deixada mal fechada após o uso por displicência ou porque o usuário não quer trocar a torneira.”

- *Uso excessivo*: “quando a água é utilizada para uma atividade fim de forma perdulária, ou seja, através de um procedimento inadequado, ou por mau desempenho do sistema. São exemplos de uso excessivo:
 - procedimentos inadequados - banho prolongado, varredura de passeio público com água;
 - mau desempenho do sistema - um sistema cujos pontos de utilização sejam projetados para vazões superiores às necessárias à realização das atividades relacionadas ao uso da água, tais como torneiras com vazões elevadas que, além de desperdício, causam desconforto aos usuários através de respingos de água.”

- *Desperdício*: “toda a água que esteja disponível em um sistema hidráulico e seja perdida antes de ser utilizada para uma atividade fim ou, então, quando utilizada para uma atividade fim, o é de forma excessiva. Conforme apresentado, o conceito de desperdício engloba perda e uso excessivo”

Para a implantação de um Programa de Uso Racional da Água, OLIVEIRA (1999) ressalta a importância do “conhecimento do sistema hidráulico, do consumo da água no edifício, das atividades nele desenvolvidas e dos procedimentos dos usuários na realização das atividades”.

A metodologia apresentada pela autora estrutura-se, basicamente, no apoio das ações tecnológicas, uma vez que, por depender menos da disposição do usuário em alterar procedimentos relacionados ao uso da água, estas ações seriam mais eficientes. Por outro lado, considerando a participação do usuário na redução do consumo, a metodologia ainda inclui diretrizes para a conscientização dos mesmos.

A metodologia para implantação de PURA em edifícios é estruturada em quatro etapas, conforme fluxograma apresentado na *Figura 3.2.1*: auditoria do consumo da água - diagnóstico - plano de intervenção - avaliação do impacto de redução do consumo.

Além deste fluxograma, OLIVEIRA (1999) apresenta outros, entre os quais, destinados a realização do diagnóstico preliminar do consumo de água, levantamento de sistema hidráulico predial, detecção de vazamentos em sistemas hidráulicos prediais e diagnóstico do consumo de água no edifício.

Após a conclusão das etapas, a autora recomenda a continuidade do monitoramento do consumo, de modo a detectar e controlar desperdícios, assim como do programa em si “o PURA não deve ser interrompido, correndo-se o risco do sistema retornar às condições iniciais”.

Estes referidos estudos de caso são também apresentados em OLIVEIRA; GONÇALVES; GRAÇA (1999), trabalho que destaca a importância do controle das perdas. Nos locais implantados, a eliminação de vazamentos foi a atividade que acarretou no maior impacto.

Considerando ainda a tipologia de uso escola, SCHERER (2003) apresenta um conjunto de diretrizes para a implantação e o gerenciamento de PURAs em edificações escolares públicas, através das Secretarias de Educação, em âmbito Estadual ou Municipal.

GONÇALVES *et alii* (1999) apresentam uma metodologia para implantação de PURAs em grandes consumidores (*Figura 3.2.2*), tais como “hospitais e pronto-socorros; terminais rodoferroviários; escritórios; edifícios públicos; aeroportos; *shopping centers*; hotéis, hospedarias e motéis; escolas e creches; lavanderias; prédios de apartamentos; postos de gasolina e serviços; restaurantes e similares; clubes esportivos; e indústrias com uso intensivo de água no processo”. Citam como principal objetivo da implantação da metodologia a redução do consumo e da demanda de água potável, desde que isto não implique na redução do nível de desempenho do sistema hidráulico, nem prejudique o exercício da função para a qual o edifício foi construído.

NUNES (2000), por sua vez, relata as atividades desenvolvidas no *campus* da UNICAMP pelo Programa de Conservação de Água da Universidade Estadual de Campinas - PRÓ-ÁGUA, segundo as etapas de Levantamento dos pontos de consumo e Detecção de vazamentos, Implantação de micromedição, Conserto de vazamentos, Substituição das torneiras convencionais por economizadoras, Aplicação de questionários e Análise final dos dados (*Figura 3.2.3*).

Fonte: OLIVEIRA (1999)

Figura 3.2.1 - Metodologia para implantação de PURA em edifícios

Fonte: GONÇALVES *et alii* (1999)

Figura 3.2.2 - Metodologia para implantação de PURA em grandes consumidores

Fonte: NUNES (2000)

Figura 3.2.3 - Metodologia de implantação do PRÓ-ÁGUA no *campus* da UNICAMP

4 PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA

A tipologia de uso objeto deste trabalho - *campus* universitário - tem a particularidade de incluir, numa mesma área de controle, edificações com tipologias de uso bem distintas, muitas das quais citadas anteriormente como grandes consumidoras. Além de escolas, um *campus* universitário pode incluir: laboratórios, hospitais, moradias, creches, restaurantes, clubes esportivos, museus, teatros, escritórios, oficinas, estacionamentos, áreas verdes, e até mesmo áreas de cultivo agrícola e de criação de animais. Daí a dificuldade de implementação de um PURA em um sistema tão complexo, no qual a função de cada edificação e as correspondentes necessidades de cada usuário, são tão distintas.

A *Figura 4.1* apresenta um fluxograma proposto para a implementação de um Programa desta natureza em *campus* universitário.

A experiência acumulada em seis anos de ações efetivas do Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo - PURA-USP, conforme SILVA; TAMAKI; GONÇALVES (2002), SILVA; TAMAKI; GONÇALVES (2004), e GONÇALVES; TAMAKI; SILVA (2004), os conceitos de Sistemas, Qualidade e Desempenho, a evolução dos sistemas prediais e a preocupação com o panorama da água foram decisivos na determinação deste fluxograma.

As atividades recomendadas para o Programa, conforme a figura, incluem o planejamento, a pré-implantação, as etapas de implantação, a pós-implantação e, permeando todo o processo, a gestão da demanda de água, conforme detalhados nos *Capítulos 4 e 5*, e exemplificados, através do PURA-USP, no *Capítulo 7*.

A figura apresenta também os potenciais resultados que o Programa pode trazer, quando dotado de caráter permanente, conforme detalhado no *Capítulo 6*.

O gerenciamento dos efeitos do PURA, aliado à gestão do Programa, completa seu ciclo de desenvolvimento.

Figura 4.1 - Fluxograma proposto para Programa Permanente de Uso Racional da Água em *campus* universitário

4.1 Planejamento do Programa

Incorporado o conceito de enfoque sistêmico, o planejamento deve anteceder à implantação de um Programa de Uso Racional da Água, incluindo:

- Levantamento da motivação para a implantação do Programa;
- Definição dos objetivos do Programa;
- Aprofundamento do diagnóstico da situação;
- Estruturação do Programa.

4.1.1 Motivação para a implantação do Programa

A correta definição dos objetivos do Programa a ser implantado, assim como as ações a serem executadas, de modo a atingir estes objetivos, depende fundamentalmente da motivação existente.

Por que se pretende implantar o Programa? Qual é a disponibilidade de água? Qual é o gasto atual com água? Quanto ele representa no gasto total com insumos? Ele é compatível com a população e atividades desenvolvidas? Ele é compatível com a missão e a política da instituição? Há interesse ou até mesmo incentivo por parte da concessionária na redução do consumo?

Vários podem ser os motivos e muitas vezes trata-se de uma associação deles. Na seqüência, são avaliadas algumas das possíveis motivações.

- **Problemas com disponibilidade de água**

O abastecimento de água para *campi* universitários, assim como para outros locais pode ser realizado através de diferentes fontes: redes de concessionárias públicas de água, poços, minas e/ou captação superficial.

Em função da localização do *campus* e das condições locais, pode-se ter uma ou mais destas fontes. Em *campi* localizados em cidades do interior de São Paulo, por

exemplo, há uma tendência de abastecimento baseado na utilização de poços, minas e captação superficial, em função da proximidade com os corpos d'água aptos ao abastecimento (não poluídos), sendo o abastecimento complementado, então, pelo serviço de concessionárias públicas. Esta situação inverte-se em *campi* localizados, por exemplo, na Região Metropolitana de São Paulo, onde o serviço através de concessionárias assume parcela preponderante.

No primeiro caso, há uma dependência maior do regime dos corpos d'água locais (épocas de seca, por exemplo), ficando a cargo da administração do *campus* o gerenciamento dos recursos hídricos locais (exceto quando se trata de fonte compartilhada com outras localidades). Já no segundo caso, como o gerenciamento é realizado por concessionárias, em caso de seca dos reservatórios, estas podem impor racionamento às localidades por elas abastecidas.

- **Problemas com elevados custos da água**

Apesar de não ser cobrado o uso da água, mas sim todo o serviço de abastecimento envolvido (captação, tratamento, fornecimento ao cliente, etc.), os gastos com água podem ser elevados em algumas localidades, principalmente nas quais o abastecimento é realizado por concessionárias. Caso a concessionária ofereça rede coletora de esgoto, paga-se também pelos serviços de coleta e tratamento.

Em caso de abastecimento por poços ou captação superficial (sem a intervenção de uma concessionária), quando houver serviços de coleta e tratamento de esgoto por parte da concessionária, paga-se apenas por estes, sendo o volume considerado, o correspondente ao da água captada.

Além do tipo de abastecimento, devem ser verificadas as tarifas praticadas pela concessionária, o valor mensal pago pela Unidade consumidora e a parcela que isto representa em seus gastos totais.

Além dos gastos com pagamento de conta de água, pode-se ter como motivação gastos com energia e com insumos para tratamento de água (cloro, cal, entre outros) e para tratamento de esgoto.

Os gastos com energia ocorrem, por exemplo, quando o suprimento é realizado por poços e há necessidade de bombeamento da água, ou quando não há rede coletora de esgotos da concessionária, nem tratamento, empregando-se uma estação própria de tratamento de esgoto, antes de seu lançamento nos corpos d'água.

- **Política da instituição**

O crescimento da conscientização da importância da água e da necessidade de seu uso racional, aliado ao relevante papel de disseminadora de boas práticas desempenhado pelas universidades, tem levado ao desenvolvimento de ações de uso racional da água. Isto tem ocorrido tanto em universidades públicas como em particulares, na forma de ações isoladas ou integradas, estas últimas sob a forma de Programas de Uso Racional de Água.

Nestes casos, além da preocupação com a redução do consumo de água e, conseqüentemente com os gastos com água, há a preocupação de preservar o recurso natural água e de desenvolver metodologias também nesta área do conhecimento.

- **Existência de incentivo por parte da concessionária que presta serviço de abastecimento de água**

Apesar de parecer um contra-senso, pois as concessionárias têm suas receitas obtidas através da prestação de serviço de abastecimento de água, uma visão a longo prazo permite concluir que ter água para abastecer mais usuários e por um período maior, só será possível através do uso da água com racionalidade.

A pressão de organismos externos, como por exemplo, financiadores de projetos, também tem auxiliado na promoção de Programas de Uso Racional por parte das

concessionárias, notadamente nos casos em que há concessão de empréstimos mediante a contrapartida de ações de economia de água.

4.1.2 Definição dos objetivos do Programa

O levantamento das motivações para a implantação do Programa permite a definição dos objetivos pretendidos com esta implantação: Qual a redução de consumo pretendida? Em quanto tempo? Por quanto tempo? Pretende-se criar um programa estruturado e permanente, e que contemple a gestão da demanda? Pretende-se desenvolver a metodologia empregada?

Estes objetivos podem ser tanto qualitativos quanto quantitativos.

Pode-se definir como objetivos, entre outros:

- Porcentagem de redução do volume de água consumido e em quanto tempo (possivelmente com metas mensais ou anuais);
- Porcentagem da redução dos valores pagos com serviços de abastecimento de água (e demais insumos);
- Criação de um Programa permanente cuja estrutura esteja inserida na estrutura da instituição, contemplando não somente uma fase de intervenções físicas (correções, substituições, etc.), mas também uma contínua gestão da demanda que conte com o comprometimento dos usuários;
- Desenvolvimento da metodologia para aplicação de Programas de Uso Racional da Água (e possivelmente aplicação destes em outros locais).

Além de aplicar o conceito de Desempenho aos sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário, pode-se aplicá-lo também ao próprio Programa, a fim de avaliar se os objetivos foram alcançados. Os objetivos concretizados (resultados) podem ser medidos, portanto, através do atendimento aos critérios determinados.

Uma possibilidade de avaliação seria:

- a. quem são os usuários do Programa ?
- b. quais são suas necessidades e exigências?
- c. a que condições o Programa está submetido?
- d. quais são os requisitos de Desempenho esperados? Por exemplo: para atingir o objetivo redução do consumo, um requisito do Programa é o atendimento no caso de uma suspeita de vazamento;
- e. quais são os critérios de Desempenho esperados? Para este exemplo: tempo médio de atendimento inferior a duas horas;
- f. estabelecer controle de tempo médio de atendimento.

Esta abordagem pode ser utilizada tanto em relação aos objetivos, de modo a orientar as ações do Programa, como em relação aos resultados, de modo a determinar critérios de Desempenho do Programa e avaliar objetivamente (“medir”) seus resultados.

4.1.3 Aprofundamento do diagnóstico da situação

Na sequência, deve-se aprofundar o diagnóstico da situação, preliminarmente levantado durante a definição da motivação, incluindo as características e condições da instituição, ocupação, edificações, sistemas prediais e usos da água.

Desta forma, determina-se os aspectos físicos, funcionais e gerenciais dos sistemas (incluindo aqueles relativos ao seu Desempenho e Qualidade), que caracterizam a situação na qual pretende-se atingir os objetivos, de forma a não só determiná-los, mas também a detectar os aspectos que podem ser melhorados no escopo do Programa.

Este levantamento deve incluir:

- *Instituição*: missão, atividades desenvolvidas, localização;
- *Ocupação*: população, tipologia de uso, regime de ocupação, necessidades dos usuários;

- *Edificações*: área, idade, condições, reformas pelas quais passou;
- *Sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário*: materiais e equipamentos, idade, condições, rotinas de operação e manutenção, ligações de água, consumo de água;
- *Usos da água*: atividades nas quais há necessidade de água, incluindo a qualidade e quantidades requeridas.

4.1.4 Estruturação do Programa

Estabelecidos a motivação, os objetivos e a situação, o próximo passo é definir a estrutura adotada para a implantação do programa, para então passar a esta propriamente dita.

Entre as possibilidades de estrutura de trabalho pode-se adotar a constituição de comissões, uma no nível da direção da universidade e outras no nível de cada Unidade (Faculdades e Unidades Administrativas, por exemplo).

Em cada comissão, as responsabilidades dos membros constituintes devem ser bem definidas e conhecidas por estes.

4.2 Pré-implantação do Programa

Para definir as prioridades e os locais com maior potencial de redução do consumo de água, realiza-se, antes das intervenções, um levantamento das maiores consumidoras. Em função do consumo de água, da tipologia de atividade desenvolvida e da localização das Unidades, define-se em quantas fases o Programa deve ser implantado, quais as Unidades contempladas em cada uma delas e qual o tempo de duração previsto das intervenções.

Antes da entrada nas Unidades, recomenda-se a realização de uma reunião com seus representantes, para troca de informações entre o Programa (objetivos, histórico, limites e formas de atuação, diretrizes de substituições, etapas, cronogramas e

responsabilidades) e a Unidade (edificações, população, sistemas prediais e tipos de uso e consumo de água), aproveitando-se para dirimir quaisquer dúvidas. Nestas reuniões, pode-se orientar as Unidades a acompanhar seu consumo de água, a divulgar o Programa (através de cartazes e adesivos), e a definir a composição de sua Comissão PURA-Unidade, aproveitando-se para fazer uma visita (com registro fotográfico) às edificações, notadamente aos elementos dos sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário.

As empresas contratadas para realizar as intervenções (Etapas 2 a 4) devem estar a par da clara definição das atividades contempladas ou não pelo contrato, assim como das diretrizes de substituição de equipamentos. O quantitativo do serviço, obtido através de um levantamento preliminar de pontos de água e metragem de tubulações, deve ser igualmente criterioso, devendo ser comparado com dados internos da Universidade e verificado no momento da execução das atividades. Devem ser acertados também o planejamento das atividades paralelas e seqüenciais, o cronograma de execução, as formas de liberação de material, fiscalização e recebimento dos serviços, além da emissão de relatórios periódicos do andamento das atividades.

Destaca-se a importância de se buscar parcerias externas (concessionária, fabricantes de equipamentos e sistemas de medição, por exemplo), possuindo estes parceiros o compromisso de assistência técnica permanente, desenvolvimento tecnológico constante e solução conjunta dos problemas.

Por fim, não se pode esquecer a importância do adequado registro e arquivamento das informações relativas às intervenções, das documentações, dos dados de consumo e outros, incorporando-os à Instituição e não somente às pessoas, o que acarreta numa disponibilização mais eficiente para futuras consultas.

4.3 Implantação do Programa e suas etapas

4.3.1 Etapa 1 - Diagnóstico geral

Nesta Etapa, faz-se novo aprofundamento do levantamento das características físicas e de ocupação da Unidade, incluindo área construída, número de edificações (pavimentos, ambientes, etc.), idade e estado de conservação das edificações, população (fixa e flutuante) e tipologia de uso (laboratorial, humano, misto - laboratorial e humano, e hospitalar), sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário e histórico de consumo de água antes das intervenções, definindo-se um plano de intervenção (atividades necessárias e sua seqüência), no qual os pontos de alavancagem são determinados em função do potencial de redução.

Quanto aos sistemas, devem ser considerados, por meio de documentação técnica, projetos, plantas, entrevistas com os funcionários e levantamentos em campo, seus componentes e o estado de conservação destes (existência de vazamentos), notadamente dos pontos de utilização (quantitativo e localização).

Para o levantamento dos pontos de utilização, pode-se utilizar uma planilha conforme modelo apresentado no *Anexo F*, acrescentando-se colunas ao lado de cada equipamento para anotação de vazamentos detectados, e linhas para anotação dos equipamentos por cada ambiente (sanitário 1, copa 3, etc.), registrando-se totalizações parciais por pavimento, por edificação e por Unidade. É sempre aconselhável realizar o desenho de um croqui da edificação e de seus ambientes.

Não podem ser esquecidos os pontos especiais de utilização, levantando-se também suas características, disposições e condições. Como pontos especiais, denominam-se aqueles nos quais faz-se um uso diferenciado da água, precisando para tanto da instalação de equipamentos também especiais (conforme exemplificado no *Item 4.3.3*).

Para a execução do levantamento devem ser uniformizados critérios, principalmente quando forem realizados em campo por mais de uma pessoa.

Adicionalmente, é recomendável levantar dados de vazão e pressão em alguns pontos da rede de água fria.

Deve-se atentar para as peculiaridades de cada Unidade, mesmo dentro de uma mesma tipologia de uso. A metodologia deve ser encarada como diretriz geral a ser adaptada, conforme a realidade de cada Unidade, respeitando-se suas características próprias, o que justifica a importância da conversa inicial com seus responsáveis.

4.3.2 Etapa 2 - Redução de perdas físicas

Esta Etapa inclui a *atualização do cadastro de redes externas e reservatórios* e a *deteção e eliminação de vazamentos em redes externas e em reservatórios*, havendo necessidade de uniformização dos procedimentos de intervenção através da definição de critérios.

a) Atualização do cadastro de redes externas e reservatórios

São levantados os traçados, localizações, características (material, diâmetro, etc.) e condições dos elementos das redes externas e dos reservatórios (capacidades), anotando-se, em planta, as alterações verificadas.

A dificuldade para a realização desta atividade, assim como para a detecção de vazamentos em rede é função da existência ou não do projeto *as-built* e de suas condições (últimas atualizações, por exemplo).

Em lugares nos quais as tubulações são enterradas, podem ser utilizados, para a locação das redes, equipamentos como o medidor de distâncias e até mesmo o locador de massa metálica (*Figura 4.3.2.1*).

Fonte: FUJI TECOM (2004)

Figura 4.3.2.1 - Locador de massa metálica e medidor de distâncias

b) Detecção e eliminação de vazamentos em redes externas

Neste etapa, é realizada a detecção e a eliminação de vazamentos em redes localizadas entre o hidrômetro e a entrada na edificação. Para a detecção pode-se utilizar equipamentos tais como haste de escuta, geofone eletrônico e correlacionador de ruídos (*Figura 4.3.2.2*). Deve-se definir situações de simples troca do segmento danificado ou de substituição do trecho total do tubo e interligações. Para redes antigas, que exijam reformulação, podem ser fornecidas orientações para a que a própria Unidade tome as providências.

Conforme OLIVEIRA (2000), a parcela de perda por vazamento é a mais significativa no potencial de redução do consumo de água. Para o controle destas perdas, a autora recomenda a redução da pressão hidráulica e a detecção e eliminação de vazamentos visíveis (em torneiras, válvulas, reservatórios e em algumas tubulações) e não-visíveis (redes enterradas).

Fonte: FUJI TECOM (2004)

Figura 4.3.2.2 - Haste de escuta, geofone eletrônico e correlacionador de ruídos

OLIVEIRA (1999) afirma que os maiores vazamentos ocorrem em trechos do alimentador predial, por este estar sujeito à pressão da rede pública, além de, em geral, tratar-se de tubulação enterrada. A autora recomenda, então, que a detecção de vazamentos não-visíveis comece pelas redes externas.

Para a detecção de vazamentos, a autora cita métodos expeditos e métodos especiais, conforme apresentado a seguir, e seus procedimentos de realização, alguns aplicáveis a vazamentos visíveis e outros a não-visíveis:

- *Testes expeditos*
 - Detecção de vazamento em alimentador predial: teste do hidrômetro e teste de sucção;
 - Detecção de vazamento em reservatórios: teste para detecção de vazamentos em reservatório inferior e em reservatório superior;

- Detecção de vazamento em bacias sanitárias: teste do corante.

- *Testes especiais*

Apresentam como vantagem não ser necessária a destruição de piso ou de parede. Para facilitar a detecção, é recomendável que a pressão na rede pesquisada seja superior a 100 kPa e que não haja ruído de fundo. A *Figura 4.3.2.2* apresenta alguns dos equipamentos utilizados nestes processo:

- *Processo da haste de escuta:* haste metálica com um amplificador acústico numa das extremidades, que identifica a ocorrência de vazamentos nas proximidades dos pontos pesquisados;
- *Processo de geofonia eletrônica:* o modelo específico para tubos enterrados capta o ruído de vazamento através de um sensor colocado no solo, o mais próximo possível da tubulação enterrada. O equipamento é composto por sensor de alta sensibilidade, haste metálica, amplificador e fones de ouvido;
- *Processo do correlacionador de ruído:* equipamento composto por dois sensores acústicos, cada um contando com um pré-amplificador (transmissor de rádio), que detectam os ruídos sobre um tubo e os transmitem para o correlacionador. Este último “processa os sinais dos ruídos e determina a posição do vazamento em relação aos dois sensores, apresentando as distâncias determinadas na tela do processador”.

c) Detecção e eliminação de vazamentos em reservatórios

Nesta etapa, a pesquisa de vazamentos é realizada basicamente em registros de bóia e extravasores, podendo-se proceder à simples regulagem, troca de bóias e/ou reparos em tubulações com vazamentos, estando incluídos testes de estanqueidade, mas não recuperações estruturais. A perfeita definição do escopo dos serviços permite o atendimento ao maior número de Unidades em menor tempo.

4.3.3 Etapa 3 - Redução de consumo nos pontos de utilização

a) Detecção e eliminação de vazamentos em pontos de utilização

A *detecção e eliminação de vazamentos em pontos de utilização* inclui não somente a regulagem e substituição de comandos hidráulicos (válvulas de descarga, registros e torneiras de laboratório para usos específicos), mas também o cadastro da rede interna e a pesquisa e eliminação de vazamentos nas tubulações internas.

Segundo OLIVEIRA (1999), “Os vazamentos em torneiras são visíveis e se manifestam através de gotejamento ou escoamento em filete”. Na *Tabela 4.3.3.1*, apresenta-se valores médios de perda diária estimada para cada um destes tipos de perda, determinados a partir de uma pesquisa laboratorial desenvolvida pela autora, na qual foram ensaiados vários modelos de torneiras.

Tabela 4.3.3.1 - Perda diária de água em função de vazamentos em torneiras

<i>Vazamento</i>	<i>Frequência (gotas/min)</i>	<i>Perda diária (L/dia)</i>
Gotejamento lento	Até 40 gotas/min	06 a 10
Gotejamento médio	$40 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 80$	10 a 20
Gotejamento rápido	$80 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 120$	20 a 32
Gotejamento muito rápido	Impossível de contar	> 32
Filete $\phi \approx 2 \text{ mm}$	---	> 114
Filete $\phi \approx 4 \text{ mm}$	---	> 333

Fonte: Elaborado a partir de OLIVEIRA (1999)

b) Substituição de equipamentos sanitários por modelos economizadores

A *substituição de equipamentos convencionais por modelos economizadores* deve seguir diretrizes elaboradas pelo Programa.

A Tabela 4.3.3.2 apresenta uma possibilidade de diretrizes de substituição de equipamentos, em função do local de instalação dos equipamentos e/ou dos dispositivos economizadores.

Tabela 4.3.3.2 - Exemplo de diretrizes de substituição de equipamentos

<i>Local</i>	<i>Equipamentos a serem adotados</i>
<i>Sanitários</i>	Modelos hidromecânicos de fechamento automático para torneiras (com arejador e regulador de vazão); e válvulas de mictórios
<i>Sanitários de auditórios</i>	Modelos eletrônicos com sensores de presença para torneiras e válvulas de mictórios
<i>Sanitários com caixa acoplada (9 L ou mais)</i>	Bacias sanitárias com caixa acoplada de volume de descarga reduzido (VDR) - 6 L. No caso de válvula de descarga adota-se apenas sua regulagem em função das alterações hidráulicas implicadas. Espera-se a comercialização de dispositivo de ciclo fixo para instalação em válvulas de descarga existentes
<i>Vestiários</i>	Válvula de fechamento automático para chuveiros elétricos e duchas, quando estes dispositivos não comprometerem as atividades dos usuários
<i>Copas/ Cozinhas</i>	Torneiras com bica móvel, arejador articulado de vazão constante e acionamento por alavanca; e misturador de acionamento por alavanca
<i>Laboratórios</i>	No caso de torneiras especiais, quando possível, instalar arejadores e/ou restritores de vazão

Fonte: Elaborado a partir de SILVA; TAMAKI; GONÇALVES (2002)

Resultados do aumento da preocupação com o uso racional da água e do desenvolvimento tecnológico, segundo TAMAKI (2003), os equipamentos economizadores “buscam a redução do consumo de água, mas sem a perda de eficiência ou comprometimento do desempenho”, ao contrário, eles visam “aumentar o controle e a facilidade de uso, de modo a ampliar o atendimento às necessidades dos usuários e cumprindo suas finalidades de uso sem incorrer em desperdícios”.

Ainda segundo o autor, “A economia de água proporcionada pelo emprego dos equipamentos economizadores depende da economia gerada por ciclo de uso e da frequência de utilização dos mesmos”.

O autor alerta, finalmente, para os “equipamentos especiais, que incluem os sistemas de ar condicionado, de refrigeração e de destilação de água, além de outros tantos destinados a processos específicos para os quais se utiliza água”. Segundo o autor,

“O consumo de água destes equipamentos, quase sempre muito elevado, justifica estudos específicos para a redução do consumo deste insumo”.

Os equipamentos devem ser especificados corretamente para a compra, de modo a evitar incompatibilidades com as normas técnicas e requisitos de Desempenho exigidos pelo local de instalação e pelo usuário. Em sua escolha deve-se considerar também a manutenção requerida, o serviço de assistência técnica existente, o mecanismo de economia de água (ativo ou passivo) e conseqüente potencial de redução, além do tempo de retorno do investimento (*payback*).

Entre cuidados adicionais, pode-se proceder a testes de normas para aceitação de lote e visitas a fábricas, para verificar processos de fabricação e controles de Qualidade. Feiras de construção civil (com inovações tecnológicas do setor) e outros eventos de divulgação especializados também contribuem para a escolha dos equipamentos.

OLIVEIRA (1999) acrescenta que para a elaboração das especificações técnicas dos componentes economizadores de água devem ser considerados: “pressão hidráulica disponível no ponto de utilização, conforto do usuário, higiene, atividade do usuário, risco de contaminação, facilidade de manutenção, facilidade de instalação, considerando-se a adequação dos sistemas, vandalismo, avaliação técnico-econômica”.

Na substituição dos equipamentos, não se pode esquecer de programar o fechamento dos locais, demolições, substituição de conexões, alteração de localização de alguns pontos (altura diferente do novo modelo de torneira), recomposição do acabamento (verificar peças de reposição), e estocagem, remoção e destino final dos equipamentos retirados. A partir da entrega do serviço, a responsabilidade sobre os equipamentos instalados e os sistemas revisados retorna à Unidade.

Segundo OLIVEIRA (1999) *apud* TAMAKI (2003), “estudos realizados, concentrados na década de 90, indicaram o sucesso dos equipamentos em termos de economia de água, mas ainda aguardam melhores soluções as questões como o

desconforto dos usuários com a limitação da vazão nos chuveiros, a necessidade de duplo acionamento nas bacias sanitárias VDR e as obstruções na rede de esgoto.”

Além destes problemas, mais especificamente com relação à introdução dos equipamentos economizadores nos sistemas hidráulicos prediais, TAMAKI (2003) cita como casos que demandam mais estudo, a “variação de temperatura da água em duchas (decorrente da instalação de restritor de vazão e conseqüente maior sensibilidade às variações de pressões nos ramais de água fria e quente)” e a “possível ocorrência de golpes de aríete (causados por válvulas de fechamento automático com defeito)”.

Recomenda-se, portanto, atenção a alguns problemas que podem ocorrer quando da adoção de equipamentos economizadores:

- *Discrepância do tempo de fechamento das torneiras*: passível de correção pela própria equipe de manutenção da Unidade (desde que habilitada para tal);
- *Falha no acionamento de torneiras eletrônicas a pilha*: verificar a faixa de pressão indicada pelo fabricante e a existente no local de instalação. A fabricação de torneiras com faixa completa de pressão é recente;
- *Entupimentos em bacias sanitárias com caixa de descarga modelo VDR*: caso seja verificado que não há problemas inerentes aos equipamentos, deve-se adotar campanhas de conscientização do usuário abordando seu correto uso;
- *Resistência ao uso de válvulas temporizadas para chuveiros e duchas*: verificar adequadamente o local de instalação e a utilização que é dada ao equipamento. Em casos como, por exemplo, em que se realizam procedimentos hospitalares estes dispositivos não devem ser instalados;
- *Variação da temperatura da água na presença de restritores de vazão para duchas*: novamente deve-se verificar adequadamente a utilização do dispositivo. Em quartos de hospitais, a utilização de um restritor inadequado, caso ocorra algum consumo simultâneo na mesma rede, pode provocar uma variação brusca na temperatura da água em sistemas compostos de aquecimento central com misturador no comando da ducha;

- *Vandalismo*: que pode ser combatido através da adoção de mecanismos antivandalismo e também através de campanhas.

O estudo destes problemas ressalta a importância, junto aos usuários finais e pessoal da manutenção, de treinamentos (como funcionam os equipamentos e como deve ser realizada sua manutenção) e avaliações durante toda a vida útil dos equipamentos (*feedback* dos usuários a respeito do comportamento dos equipamentos em campo).

Por fim, não se deve esquecer, retomando-se o enfoque sistêmico, da necessidade de conhecimento também das características e condições de sistemas preexistentes, como o sistema de suprimento de água fria (que pode originar problemas de pressão, perda de carga e da qualidade da água) e de coleta de esgoto sanitário (que pode não estar apto a receber bacias sanitárias modelo VDR, por exemplo), para que seja dada a solução para o problema certo.

No *Apêndice II* são apresentadas algumas das possibilidades tecnológicas de modelos economizadores dos seguintes equipamentos sanitários:

- Torneiras de lavatório,
- Torneiras de pia,
- Bacias sanitária,
- Mictórios,
- Chuveiros e duchas.

Além destes equipamentos, pode-se encontrar, comumente, outros equipamentos em edificações, tais como bebedouro, torneira de jardim e filtro. No caso de *campi* universitários, encontra-se ainda equipamentos especiais, como “banho-maria”, caldeira, máquina de gelo, máquina de café, máquina de refrigerante, máquina de lavar pratos (em restaurantes); máquina de lavar roupa (em creches, hospitais e conjuntos residenciais); torneiras especiais (algumas para uso específico, outras para uso geral), lavador de pipeta, “lava-olhos”, bomba de vácuo e destilador (em laboratórios); cuspideira (em clínicas odontológicas); sistema de ar condicionado (com torre de resfriamento); e lavadora de alta pressão.

4.3.4 Etapa 4 - Caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água

Nesta Etapa, são levantados os hábitos dos usuários em atividades desenvolvidas em cozinhas, laboratórios, na rega de jardins, na limpeza em geral e, finalmente, em locais nos quais há um uso específico da água (sistemas de ar condicionado, por exemplo). São fornecidas, então, informações de procedimentos mais eficientes, minimizando-se os desperdícios, mas sem se perder em qualidade.

É recomendável, também, a análise microbiológica da água com coleta de amostras para análise (antes e depois das intervenções) em determinados reservatórios, saídas de água de equipamentos especiais, além de pontos de utilização em locais considerados de risco para a saúde, como restaurantes e lanchonetes.

Em ambientes laboratoriais, sobretudo em *campi* universitários, uma grande preocupação é a redução de perdas de água em processos, notadamente na destilação de água (*Figura 4.3.4.1*).

Figura 4.3.4.1 - Destilador instalado em laboratório

A formulação de uma solução, nestes casos, deve incluir, além do entendimento físico de como funciona o sistema de destilação, o levantamento de informações, tais como:

- Características, condições, quantitativo e mapeamento dos equipamentos e sistemas envolvidos;
- Vazão e temperatura da água destilada e da perdida;
- Consumo de água e energia (não se devendo esquecer o elevado desperdício de energia que ocorre no processo de destilação);
- Qualidade da água da rede e da água perdida (através de análises químicas e microbiológicas); e
- Usos e exigências dos usuários quanto à qualidade e à frequência de utilização, consultando-se também os fabricantes.

Após verificação da tecnologia disponível, pode-se formular soluções que deverão ser compatíveis com o não comprometimento das atividades dos usuários dos destiladores e demais usuários dos laboratórios, buscando-se a definição da melhor solução local. Estas soluções podem ser desde a mais simples, como a correta regulação da entrada de água, até a utilização de sistema de recirculação da água, adoção de central de destilação ou, ainda, sistemas mais sofisticados de purificação da água (através de osmose reversa, ultrapurificação, entre outros).

Estas considerações são válidas também para outros processos laboratoriais específicos, com algumas adaptações.

Quanto a rega de jardim e limpeza de pátios, recomenda-se que sejam realizadas, respectivamente, com mangueira com gatilho e lavadoras de alta pressão. Como fonte de água para estas atividades, tem-se a possibilidade de adoção de fontes alternativas, no contexto da conservação da água, mas desde que tomados os devidos cuidados (sistemas exclusivos, com sinalização, e usos bem definidos da água).

4.3.5 Etapa 5 - Divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos

Dois devem ser os públicos alvos desta Etapa: os usuários primários (funcionários do setor de manutenção hidráulica) e os usuários finais (docentes, alunos, funcionários, visitantes).

Feita esta distinção, vários são os meios de atingi-los em forma e conteúdo:

- Distribuição de *folders* (modelos com diferentes linguagens), adesivos, cartazes e manuais de operação e manutenção dos equipamentos;
- Publicação de reportagens em jornais e revistas;
- Realização de palestras de conscientização e treinamentos;
- Além de disponibilização de informações através de página na *internet*, por *e-mail* e telefone.

Ressalta-se a importância do treinamento do pessoal da manutenção em atividades de execução e manutenção dos sistemas, incluindo esta última, não só a manutenção dos componentes, mas também a detecção e localização de vazamentos (testes expeditos e testes especiais). Para tais atividades, PRADO (2000) apresenta diversos procedimentos, sendo uma referência altamente recomendável.

A capacitação, atualização e troca de experiências dos responsáveis pelo Programa também são importantes, incluindo neste intercâmbio, a participação em eventos nacionais e internacionais, com apresentação de trabalhos e/ou montagem de estandes, além da realização de visitas técnicas a fábricas, feiras técnicas e outros locais que tenham implantado programas semelhantes.

Devem ser feitas periodicamente pesquisas de opinião tanto com os usuários primários como com os finais, recomendando-se pesquisas iniciais, antes mesmo das intervenções, para efeito de comparação. Estas pesquisas, além de permitirem a avaliação do Programa, complementam o diagnóstico da situação (como fotografias periódicas), caracterizando a população e a evolução do seu comportamento.

4.4 Pós-implantação do Programa

Para garantir os patamares reduzidos do consumo de água, alcançados através do Programa, ou até mesmo ampliar a redução, deve-se estabelecer o caráter permanente de ações como:

- *Caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água:* Os usuários, assim como seus hábitos e conseqüentes procedimentos, estão em constante alteração, devendo o Programa estar atento às suas novas necessidades e pronto para indicar e promover procedimentos mais eficientes na utilização da água. Numa extrapolação da Etapa 4 original pode-se, ainda, adotar práticas de conservação da água, tais como aproveitamento de água de poços, aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas, conforme apresentadas no *Capítulo 6*;
- *Divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos:* manutenção e ampliação da Etapa 5, estendendo-se a cada vez mais usuários e acompanhando as mudanças dos mesmos e das tecnologias;
- *Gestão da demanda de água:* conforme detalhada no *Capítulo 5*.

5 GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA

A gestão da demanda, cujos objetivos são o uso eficiente e a economia da água, não se restringe ao acompanhamento do volume de água consumido. Ela extrapola o sentido desta “gestão do consumo” e inclui, além da organização dos dados e levantamento de gráficos, a avaliação dos dados e a retroalimentação do sistema, tanto na forma da eliminação de um vazamento, como na revisão de um processo que utilize água (atuando antes mesmo da efetivação do consumo).

Para tanto, a gestão da demanda deve contemplar, conforme ilustra a *Figura 4.1*:

- A atualização do cadastro das ligações de água;
- O acompanhamento do consumo;
- A atuação no caso de ocorrência de anomalias do consumo.

Maiores detalhes sobre a gestão da demanda de água e, principalmente, sobre a medição setorizada como seu instrumento (como abordado na sequência), estão disponíveis em TAMAKI; SILVA; GONÇALVES (2001), TAMAKI (2003) e TAMAKI; SILVA; GONÇALVES (2004), apresentando estes dois últimos, em relação ao primeiro, um aprofundamento de questões como a interação entre o novo sistema medidor e os sistemas existentes; a caracterização dos medidores e do sistema de leitura remota (telemedição) adotado e, principalmente, o planejamento da estrutura de gestão da demanda, utilizando-se os dados de consumo. Como estudo de caso, a exemplo deste trabalho, os autores contemplam as ações realizadas no *campus* da Universidade de São Paulo - Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO).

5.1 Atualização do cadastro das ligações de água

Quanto às ligações de água, propriamente ditas, uma das primeiras medidas deve ser a conferência do seu cadastro, com a verificação do número de ligações, sua localização, os locais por elas abastecidos, e as características e condições de cada abrigo, cavalete e hidrômetro, atribuindo-se a cada ligação um código. Há necessidade de compatibilização entre estas informações de campo e as do

departamento financeiro e da concessionária, oficializando-se o cadastro final entre as partes (*Tabela 5.1.1*). A criação de rotina de aviso no caso de substituição de hidrômetro e a padronização dos abrigos (cor de pintura, identificação, colocação de cadeados) não devem ser esquecidas.

Tabela 5.1.1 - Modelo de cadastro de hidrômetros

<i>Código do abrigo</i>	<i>Unidade</i>		<i>Endereço do abrigo de hidrômetro</i>	<i>RGI*</i>	<i>Hidrômetro atual</i>
	<i>Código</i>	<i>Nome</i>			

* “Registro geral de identificação de ligação”, conforme atribuído pela concessionária

Destacam-se como ganhos do levantamento cadastral, a correção de problemas como a bitarifação, caracterizada pela leitura por parte da concessionária de um hidrômetro cuja rede de abastecimento provém de outro hidrômetro de tarifação; e o envio indevido à universidade de contas de água relativas ao consumo de permissionários (lanchonetes particulares, por exemplo).

Não deve ser esquecida a uniformização do endereço de envio das contas e da data de pagamento, o que facilita o controle por parte do departamento financeiro.

A criação de uma planta com a localização dos hidrômetros, assim como um banco de dados dos hidrômetros auxilia quando se faz necessária a recuperação de informações tais como modelo, dimensões e capacidade dos hidrômetros, datas de troca e leituras inicial e final, problemas verificados, entre outras.

5.2 Acompanhamento do consumo - Instrumentos da gestão da demanda

Definidas as ligações de água, deve-se proceder à coleta de dados de consumo, o que, conforme TAMAKI (2003), pode ser realizado através de instrumentos simples, como as contas de água e as leituras *in loco*, ou através de medição setorizada e telemedição que, segundo o autor, atuam na sistematização desta coleta, constituindo-se em importantes instrumentos de gestão da demanda.

- **Contas**

Trata-se do instrumento mais simples de gestão da demanda de água. A partir de uma conta ou fatura, emitida pela concessionária, pode-se obter o consumo do mês (assim como as duas leituras que permitiram calcular este consumo), o consumo dos últimos seis meses e o consumo médio relativo a este período.

Deve-se estabelecer contatos constantes com o departamento financeiro (responsável pelo pagamento das contas) e a concessionária pública, a fim de verificar consumos elevados ou possíveis erros no lançamento de dados.

No caso do departamento financeiro, é importante que este verifique mensalmente as contas recebidas: locais e consumos, comparando estes com os valores médios. O encaminhamento de planilha com estes dados e com suspeitas de consumo elevado também mensalmente para a equipe técnica, que realiza a gestão da demanda, possibilita que esta confirme ou não as suspeitas, verificando também se ocorreu erro no registro das leituras.

- **Leituras**

Como a leitura para efeito de tarifação é realizada apenas uma vez ao mês (em alguns, duas - a segunda para conferência) e há uma defasagem entre a leitura e a conta correspondente (sendo, em alguns casos, de dois meses), pode-se adotar leituras diárias *in loco*. Estas leituras podem ser realizadas tanto de forma centralizada como por pessoal das próprias Unidades.

A realização diária das leituras em um mesmo horário permite constatar anomalias no consumo (vazamentos, por exemplo) de um dia para o outro, o que através das contas só se perceberia após muito tempo.

• Medição setorizada

Com o objetivo de aumentar a correspondência entre o consumo e a unidade consumidora, pode-se adotar como instrumento de gestão da demanda de água a medição setorizada (ou setorização) - instalação de mais hidrômetros além daqueles utilizados pela concessionária para fins de tarifação de água (*Figura 5.2.1*).

Desta forma, possibilita-se um melhor acompanhamento do consumo, por exemplo, através da determinação com maior precisão da localização de um vazamento (ou outra anomalia do consumo) ou da realização da cobrança da água consumida por uma lanchonete ou outro permissionário que esteja instalado internamente às dependências do *campus*.

- ✓ Acompanhamento individualizado do consumo;
- ✓ Levantamento do perfil de consumo;
- ✓ Controle ativo sobre a demanda e ação corretiva imediata possibilitada;
- ✓ Sensibilidade para pequenas alterações;
- ✓ Estabelecimento de relação causa-efeito.

Fonte: TAMAKI (2003)

Figura 5.2.1 - Esquema de medição setorizada associada à telemedição

- **Telemedição**

Conforme TAMAKI (2003), há hoje algumas tecnologias de telemedição, entre as quais o autor cita: radiofrequência, *power line carrier*, rede pública de telefonia e TV a cabo, satélite, barramento de campo e sistemas híbridos.

A possibilidade mais simples de barramento de campo, seria a adoção de um sistema analógico composto por hidrômetros com saída pulsada (*Figura 5.2.2*), o que reduz os custos envolvidos.

Fonte: TAMAKI (2003)

Figura 5.2.2 - Hidrômetro com saída pulsada e detalhes de seus elementos

A *Tabela 5.2.1* e as *Figuras 5.2.3* e *5.2.4* apresentam os elementos de um sistema digital de telemedição via barramento de campo.

Tabela 5.2.1 - Sistema digital de telemedição via barramento de campo

<i>Elementos - Observações</i>	
<i>Hidrômetros eletrônicos</i> - Apresentam relojoaria com microprocessador e saída de sinal digital	
<i>Rede de comunicação</i>	
Dutos e cabos ("rede física")	Esta rede de fios e cabos telefônicos comuns, especialmente dedicada para os medidores, interliga-os à Central de gerenciamento
Interface de comunicação	Instalada junto ao microcomputador, na Central de gerenciamento, comunica-se com um medidor de cada vez, através do protocolo de comunicação digital (<i>M-BUS</i> , por exemplo)
Amplificadores/Regeneradores de sinal	Estes equipamentos condicionam o sinal para trafegar em rede
<i>Sistema de aterramento</i> - Este sistema é composto por protetores contra surtos elétricos transitórios instalados junto ao hidrômetro, ligados por meio de fios de cobre a hastes metálicas cravadas no solo. Quando necessário, faz-se adicionalmente o tratamento do solo	
<i>Central de gerenciamento da telemedição</i> - Inclui microcomputador dotado de um programa de supervisão e gestão

Fonte: TAMAKI (2003)

Figura 5.2.3 - Sistema digital de telemedição via barramento de campo

Figura 5.2.4 - Hidrômetros eletrônicos (modelos DN50, DN25 e DN20) e amplificador/regenerador de sinal

Outra tecnologia muito utilizada, principalmente por concessionárias americanas, é a radiofrequência (*Figura 5.2.5*).

Figura 5.2.5 - Módulo de rádio para o hidrômetro, interface de comunicação e coletor de dados

Apesar de dificuldades técnicas, administrativas e econômico-financeiras que possam ser verificadas, a adoção da medição setorizada, aliada à telemedição, é recompensada por benefícios como:

- Aquisição mais confiável, em tempo real, de um maior número de dados;
- Possibilidade de levantamento de informações como perfil diário de consumo e vazões mínimas;
- Detecção mais rápida e precisa de anomalias, entre as quais vazamentos (explicitadas, por exemplo, por vazões mínimas noturnas elevadas);
- Maior correspondência entre o consumo e sistema consumidor (possibilidade de cobrança da água consumida por permissionários, tais como restaurantes, etc.).

Com este monitoramento, poderia-se criar cotas de consumo para cada Unidade (respeitando-se as sazonalidades), tornando-as responsáveis pelo pagamento do consumo excedente e, conseqüentemente, mais interessadas em assumir a gestão da água e em dar continuidade às ações de uso racional.

A partir dos dados coletados, TAMAKI (2003) orienta a determinação de parâmetros de controle que atuam como alertas da ocorrência de anomalias no consumo e, conseqüentemente, indicativos da necessidade ou não de atuação sobre os sistemas.

- **Levantamento de dados**

Para a elaboração de indicadores de consumo, deve ser realizado o levantamento de dados básicos, tais como informações relativas a ligações de água, abrigos, cavaletes e hidrômetros, e dados complementares, relativos a área, população, equipamentos e atividades exercidas.

- **Determinação de parâmetros de controle**

Os parâmetros de controle podem ser definidos como diretamente obtidos ou indiretamente obtidos (TAMAKI, 2003).

No primeiro grupo, estão os dados de consumo, denominados diretos pois são obtidos diretamente através do acompanhamento e controle dos consumos. Como dados de consumo, o autor cita as leituras de consumo mensal e o perfil de vazões.

Através da telemedição, pode-se obter informações importantes como picos de vazão, vazões mínimas e vazões nulas.

Há ainda os parâmetros de controle indiretamente obtidos, definidos como “aqueles que fazem uso dos dados obtidos diretamente e dos dados complementares levantados”, constituindo estes parâmetros os “indicadores de consumo” (consumo mensal *per capita* e o consumo mensal por área, entre outros).

- **Indicadores de consumo**

Os indicadores de consumo são de grande importância na avaliação de uma mesma localidade, em momentos distintos (antes e depois das intervenções de um Programa de Uso Racional da Água, por exemplo). Eles podem ser utilizados também para comparar localidades com situações semelhantes, devendo-se considerar, porém, as particularidades existentes.

Um dos indicadores mais discutidos é o consumo *per capita*, definido como o quociente entre o volume de água consumido e o número de agentes consumidores que respondem por este consumo (pessoas, leitos, etc.).

A fim de avaliar os impactos do Programa, os parâmetros de controle (consumo mensal, perfil de vazões e indicadores de consumo) são detalhados no *Item 6.8.2*.

5.3 Atuação no caso de anomalias do consumo

Concluindo o ciclo de gestão da demanda de água, TAMAKI (2003) apresenta os procedimentos de intervenção. Segundo o autor, devem existir procedimentos de

intervenção definidos, assim como a definição das responsabilidades em caso de anomalias do consumo (vazamentos, por exemplo).

O autor cita ainda a importância de contatos com os usuários, com o pessoal de manutenção dos sistemas hidráulicos e com a concessionária pública para a verificação de justificativas para consumos elevados.

Recomenda-se o registro dos vazamentos ocorridos (*Tabela 5.3.1*), incluindo o local do vazamento e a data de sua eliminação. Com os dados compilados, pode-se verificar as áreas mais sujeitas a vazamentos, os problemas mais recorrentes, os índices de retrabalho, os materiais que apresentam mais falhas, entre outros e, desta forma, despender uma atenção maior.

Tabela 5.3.1 - Modelo de registro de vazamentos ocorridos

<i>Local</i>	<i>Unidade</i>	<i>Responsabilidade sobre a rede</i>	<i>Data da detecção</i>	<i>Situação/ Observações</i>	<i>Data da eliminação</i>

Conforme abordado no *Capítulo 6*, a manutenção de redes e reservatórios é um ponto estratégico (crítico em determinados casos) em Programas de Uso Racional da Água, em função:

- Da recorrência de vazamentos por má execução de serviços - o que poderia ser reduzido com melhores treinamentos, materiais e condições de trabalho;
- Do grande potencial de volume de água que pode ser perdido - bem superior ao dos vazamentos comumente detectados em equipamentos sanitários;
- Da dificuldade, em alguns casos, de localizar o ponto de vazamento - implicando em demora na eliminação, além de prejuízos ao regime de abastecimento.

O acompanhamento dos fatos que ocasionaram a variação do consumo é imprescindível na avaliação dos impactos. Deve-se ter o domínio dos sistemas envolvidos, da população, das atividades e, a cada variação brusca, do evento que a tenha provocado (as causas da variação, como abordado no *Capítulo 6*).

Finalmente, além do estabelecimento de procedimentos e responsabilidades na ocorrência de vazamentos (inclusive formas de aviso e correção eficientes) e da verificação de operação e manutenção dos sistemas prediais (incluindo-se a manutenção dos equipamentos sanitários), a gestão da demanda deve incluir a indicação da necessidade de reformas em redes hidráulicas em locais críticos e a revisão de processos que poderiam ter seu consumo de água otimizados.

5.4 Exemplo de implantação da medição setorizada associada a sistema digital de telemedição via barramento de campo

Conforme TAMAKI (2003), assim como ocorre antes da implantação de um Programa de Uso Racional da Água, também a implantação da medição setorizada deve ser precedida por uma fase de definição das responsabilidades. Nesta fase, deve-se definir os responsáveis pelo desenvolvimento do projeto, pela execução da obra e pelos contatos entre os envolvidos (Unidades, prefeitura do *campus*, empresas contratadas, se houver).

A *Figura 5.4.1* apresenta um exemplo de roteiro de implantação de medição setorizada associada à sistema digital de telemedição via barramento de campo.

Fonte: Elaborado a partir de TAMAKI (2003)

Figura 5.4.1 - Exemplo de roteiro de implantação de medição setorizada associada à telemedicação via barramento de campo

TAMAKI (2003) exemplifica alguns dos resultados obtidos com a adoção da medição setorizada associada à telemedição (em sua aplicação, através de sistema digital via barramento de campo) em seu estudo de caso, também realizado na Cidade Universitária. Dos exemplos apresentados, a seguir faz-se um breve relato de um deles: *Caso A - EPUSP Engenharia Elétrica*.

Trata-se do Edifício de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP (EPUSP), que é composto por quatro blocos. O abastecimento do edifício é realizado por uma única ligação de tarifação, mas, tendo sido adotado o nível de setorização por blocos, cinco hidrômetros de setorização foram instalados (Blocos A, C e D, Galpão de Pós-Graduação e Lanchonete). Há ainda, equipamentos ligados diretamente ao alimentador predial. O consumo mensal de água do edifício é de 1.500 m³.

Através do sistema de telemedição (*Figura 5.4.2*), no dia 09 de junho de 2002 (Domingo), às 22h30min, percebeu-se um aumento na vazão de 1 m³/h para 15 m³/h. A partir das leituras dos hidrômetros de setorização, pode-se concluir que o vazamento estava ocorrendo em trecho da rede localizado entre o hidrômetro de tarifação e os de setorização.

Fonte: TAMAKI (2003)

Figura 5.4.2 - Gráfico do vazamento

A constatação de rompimento do alimentador predial e sua exata localização foi realizada através de visita ao local (*Figura 5.4.3*). Considerando que se tratava de trecho enterrado sob pavimento asfáltico, o que requeria equipamentos especiais e que a Prefeitura do *campus* (que possui estes equipamentos) estava em greve, foi necessária a contratação externa do serviço de eliminação do vazamento. Até esta eliminação, o abastecimento não pôde ser interrompido em função das atividades da Unidade. A situação de normalidade foi retomada no dia 13.

Fonte: TAMAKI (2003)

Figura 5.4.3 - Localização e detalhe do vazamento

TAMAKI (2003) registra, neste exemplo, a perda de 622,5 m³ (41h30min a 15 m³/h), o que representou, em valores da época, um custo total do vazamento de R\$ 5.901,30. Os custos estimados de material e serviços empregados na eliminação foram de R\$ 7.000,00. O impacto deste vazamento no consumo total da edificação foi de 41,5% (perda de 622,5 m³ em um consumo mensal de 1.500 m³).

6 RESULTADOS DE PROGRAMAS PERMANENTES DE USO RACIONAL DA ÁGUA

Quando se trata de Programas de Uso Racional da Água o resultado geralmente avaliado é a redução do consumo de água, mesmo porque, de forma geral, este é o principal objetivo definido no planejamento do Programa (*Capítulo 4*).

Mas além deste resultado (denominado impacto do Programa), é possível obter-se outros resultados que não haviam sido elencados como objetivos do Programa, mas decorrem naturalmente dele (denominados efeitos do Programa). Pode-se afirmar que, para a obtenção do redução do consumo, são necessárias alterações no sistema universidade (e em seus subsistemas) e em sistemas externos a ela, até o ponto destas alterações aliarem-se às atividades pós-implantação, à gestão da demanda de água e à gestão do próprio Programa e serem co-responsáveis pela manutenção, ou até redução, dos reduzidos patamares de consumo que foram alcançados através da implantação do Programa, conforme ilustra a *Figura 4.1*.

Retoma-se, portanto, a proposição deste trabalho e neste *Capítulo 6* estuda-se, inicialmente, os efeitos potenciais de um Programa dotado de caráter permanente, estruturado e inserido na estrutura de uma Universidade e aplicado em seu *campus*:

- Alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário;
- Alterações em rotinas de manutenção predial;
- Alterações administrativas;
- Alterações em parâmetros de projeto;
- Desenvolvimento tecnológico dos equipamentos;
- Despertar para a conservação da água - e conseqüente introdução de fontes alternativas, como aproveitamento de água de poços, aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas;
- Mudanças comportamentais dos usuários.

Na seqüência, apresenta-se como impacto da atuação de um Programa de Uso Racional da Água, a redução do consumo de água.

Para tanto, deve-se observar em primeiro lugar que um *campus* universitário possui algumas características muito particulares: grande consumidor de água; grandes valores de área, de área edificada, de população; e uma grande diversidade de usos finais das edificações, conforme já exposto no *Capítulo 3*.

Por estas e outras características, um *campus* universitário deve ser tratado como um sistema complexo, muitas vezes semelhante a uma cidade.

MARQUES (1998) estudou a relação entre a Cidade de São Paulo e o *campus* da USP Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO) e o lugar que o planejamento urbano ocupa neste contexto. A avaliação realizada pela autora, apesar de específica para a Cidade Universitária, pode ser aplicada a outros *campi* universitários.

O tema central da pesquisa foi a problemática do uso e ocupação do *campus* e seu entorno, relacionada com as características de acessibilidade no seu sentido amplo, incluindo infra-estrutura, transporte, lazer, educação, moradia, entre outros. Segundo ela, isto estabelece de certa forma a inserção do *campus* na malha urbana da cidade de São Paulo.

A autora afirma que, embora a Universidade preserve a sua integridade como entidade de ensino superior, o *campus* insere-se cada vez mais no dia-a-dia da cidade, tanto por suas atividades fim - ensino, pesquisa e extensão; como por outros motivos - hospital (que atende não só a comunidade da Universidade, mas também a populações vizinhas), áreas livres e verdes (que se destinam ao lazer e cultura da população), sistema de transporte municipal integrado e ônibus “circular”, e incorporação gradual da gestão dos problemas habitacionais internos e externos ao *campus* (este último referente aos casos de invasão).

A *Figura 6.1*, elaborada a partir de MARQUES (1998) apresenta o que a autora denomina variáveis urbanas essenciais da Cidade Universitária. Retomando o

enfoque sistêmico, estas variáveis podem ser entendidas como subsistemas do sistema *campus* universitário.

Fonte: Elaborado a partir de MARQUES (1998)

Figura 6.1 - Variáveis urbanas essenciais da Cidade Universitária

Dentre os subsistemas do *campus* universitário, os envolvidos mais diretamente com a implantação do uso racional da água, são os de edificações, a comunidade e a água. Conforme apresentado no *Capítulo 3*, dentre os subsistemas das edificações estão o de suprimento de água fria e o de equipamento sanitário.

Em maior ou menor grau, o resultado das ações, ao mesmo tempo que depende dos subsistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário, do subsistema comunidade (principalmente a universitária), de outros subsistemas internos ao *campus* e até mesmo outros que lhe são externos (como fabricantes de equipamentos e projetistas), surte efeitos sobre estes.

Portanto, uma abordagem sistêmica faz-se necessária na avaliação do Programa, assim como uma abordagem de Qualidade e Desempenho, conforme apresentadas no *Capítulo 4*, de modo a avaliar o conjunto de resultados do Programa.

Quanto aos subsistemas internos ao *campus*, pode-se avaliar o efeito global através de efeitos mais específicos, respondendo qualitativamente e/ou quantitativamente às seguintes perguntas:

- Quais foram as alterações ocorridas em:
 - Sistemas de suprimento de água fria?
 - Sistemas de equipamento sanitário?
 - Rotinas de manutenção predial?
 - Rotinas administrativas?
 - Parâmetros de projeto?
- Qual o grau de utilização de fontes alternativas de água?
 - Há aproveitamento de água de poços?
 - Há aproveitamento de águas pluviais?
 - Há práticas de reúso de águas?
- Houve mudanças no comportamento:
 - De usuários primários (pessoal da manutenção)?
 - De usuários finais (docentes, funcionários e alunos)?

Quanto à redução de consumo de água, pode-se fazer uma série de avaliações entre causas da variação do consumo e fatores que influenciam nesta variação (entre os quais a tipologia de uso de cada edificação), não somente da água, mas também de demais insumos relacionados (energia, insumos para tratamento da água e do esgoto, etc.).

Pode-se avaliar também as alterações verificadas em subsistemas externos ao *campus*, como as empresas fabricantes de equipamentos sanitários, desde que estas apresentem proximidade suficiente para se constatar as alterações ocorridas. Neste caso, deve-se responder qualitativamente e/ou quantitativamente à seguinte pergunta:

- Houve desenvolvimento tecnológico em algum equipamento sanitário em função do *feedback* à empresa de problemas constatados sistematicamente em equipamentos instalados no *campus*?

Retomando-se o efeito da alteração em parâmetros de projeto, este assume também um caráter de efeito em subsistemas externos, pois indica a necessidade de estudo ou revisão dos métodos de dimensionamento dos sistemas, e até os normativos das vazões de projeto.

As questões citadas foram abordadas superficialmente, havendo necessidade de aprofundar o questionamento em cada um dos itens até um nível em que seja possível obter uma resposta objetiva. Para cada um, então, seriam definidos requisitos e critérios (conforme exemplificado no *Capítulo 4*), numa verdadeira avaliação de Desempenho de um Programa de Uso Racional da Água.

A seguir são estudados os efeitos e impactos apresentados na proposição inicial, registrando-se no *Capítulo 8*, a avaliação destes no contexto da implementação do PURA-USP à Cidade Universitária.

6.1 Alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário

Primeiramente, quanto ao sistema de suprimento de água fria, entre as alterações causadas pelo Programa pode-se citar o aumento do domínio sobre o mesmo, incluindo, a atualização do cadastro:

- Das plantas de rede hidráulica (traçados, materiais e condições);
- Dos reservatórios (localização, características e condições);
- Dos hidrômetros (localização, características e condições).

Na seqüência, são apresentadas alterações ocorridas nos sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário, verificando-se que elas podem caracterizar uma restauração, modernização ou, quando necessária, adequação dos sistemas, conforme terminologia adotada por ALMEIDA; GONÇALVES (1994) e ilustrada na *Figura 6.1.1*:

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

Fonte: Elaborado a partir de ALMEIDA; GONÇALVES (1994)

Figura 6.1.1 - Possibilidades de intervenção em função do nível tecnológico desejado

Além do aumento do conhecimento da real situação do sistema de suprimento de água fria, verifica-se, portanto, desde restaurações até mesmo modernizações, de modo a restabelecer suas condições de operação e a atender os requisitos de Desempenho, incluindo, entre as alterações:

- Eliminação de vazamentos em redes externas, redes internas e reservatórios, alguns dos quais poderiam comprometer além de outros sistemas, as atividades dos usuários (restauração);
- Substituição de trechos das redes, conexões e válvulas de bóia comprometidos (adequação/modernização);
- Encaminhamento técnico de problemas mais complexos em redes e reservatórios para solução por parte da própria Unidade (adequação/modernização);
- Verificação do regime de enchimento dos reservatórios e revisão deste, em alguns casos (adequação/modernização);
- Através da eliminação de vazamentos, a normalização das pressões na rede (restauração).

Em função das particularidades de cada caso, estas alterações podem assumir outra possibilidade de intervenção que não a registrada neste trabalho.

Já em relação ao sistema de equipamento sanitário, verifica-se também o aumento do domínio sobre o sistema:

- Cadastro dos pontos de utilização e equipamentos instalados (localização, características e condições).

Neste sistema, a recuperação das condições de operação, de modo a atender aos requisitos de Desempenho dos sistemas prediais, é ainda maior, constatando-se:

- Eliminação de vazamentos nos equipamentos (restauração);
- Instalação de equipamentos novos (adequação/modernização), com conseqüentes:
 - Renovação de vida útil,
 - Modernização de componentes do sistema,
 - Aumento da funcionalidade dos equipamentos,
 - Uniformização e padronização dos modelos de equipamentos,

- Aplicação de conceitos da Qualidade aos sistemas (equipamentos que atendam ao PBQP-H).

Como consequência da introdução de equipamentos que consomem uma quantidade menor de água, pode-se citar ainda, no sistema de coleta de esgoto sanitário:

- Redução do esgoto gerado, o que acarreta em menor solicitação das redes existentes e um menor dano ao meio-ambiente (dependendo de sua forma de disposição, se com ou sem tratamento).

6.2 Alterações em rotinas de manutenção predial

A uniformização dos modelos, citada anteriormente como benefício para o sistema propriamente dito (até mesmo sob o ponto de vista estético), traz benefícios principalmente no momento de manutenção, ao acarretar na uniformização dos procedimentos de reparo e as peças necessárias.

Ao incluir a realização de cursos em uma das etapas do Programa, colabora-se também para a capacitação das equipes de manutenção e, conseqüentemente, para a melhoria dos serviços de manutenção.

Como vários vazamentos são detectados durante o Programa, muitos dos quais iriam aflorar somente após um bom período, pode-se citar ainda:

- Redução do número de chamadas e do tempo de execução dos serviços (incluindo a pesquisa de vazamentos) e conseqüentemente do número de homens/hora de manutenção;
- Redução de perdas de material em função de quebras em pisos e paredes para detecção de vazamentos.

Durante e após a implantação, a criação de um ciclo de *feedback* com o auxílio da equipe técnica responsável pela gestão da água no fornecimento de dados de vazamentos (local, vazão, etc.) e de sua detecção exata (através da utilização de equipamentos apropriados), acarreta em eliminações mais rápidas e redução das

perdas. Deve-se lembrar que assim como numa cidade, também num *campus* é prioritária a gestão das perdas em rede.

Finalmente, vale observar que algumas características das fases de projeto, obra e uso/operação têm papel decisivo nas características da fase de manutenção. A seguir, são apresentados alguns estudos sobre as referidas fases, objetivando alertar para possíveis pontos falhos e possibilidades de evitá-los, minimizá-los ou, quando necessário e possível, corrigi-los. A implantação de um PURA constitui-se numa boa oportunidade para estas correções e para orientações de futuros empreendimentos dentro da Universidade, sendo imprescindível conhecer o processo de formação das falhas para não incorrer em soluções equivocadas.

GRAÇA; GONÇALVES (1999) ressaltam a necessidade da criação de um sistema de informação como elemento chave para o desenvolvimento dos sistemas prediais, integrando projetistas, operadores dos sistemas, usuários finais e pesquisadores. Expõem também a necessidade de operações formais e de gestão adequada desde o projeto dos sistemas até sua operação, de modo a atender às exigências dos usuários.

A *Figura 6.2.1* exemplifica as fases de um empreendimento, incluindo desde a identificação das necessidades, passando pelo projeto e concluindo com o uso/operação e a manutenção.

Em seus estudos sobre projeto de sistemas prediais, FARINA (2002) alerta sobre um entendimento equivocado da Qualidade, de que esta restringiria-se ao atendimento das normas técnicas. Desta forma, não são considerados os aspectos de gestão da informação. O autor apresenta diretrizes para uma empresa de projetos de sistemas prediais para reorganizar a empresa de modo a garantir que os projetos “tenham maior precisão no atendimento das necessidades dos Clientes, tendo em vista as exigências do empreendedor, dos usuários do edifício, dos órgãos públicos e das normas técnicas”.

Fonte: FARINA (2002)

Figura 6.2.1 - Fases de um empreendimento

Na década de 90, ILHA (1993) ressaltava que a “pouca importância dada ao processo de geração, uso/operação e manutenção dos sistemas hidráulicos prediais têm conduzido a falhas de diversas ordens”.

Segunda a autora, muitas vezes em função do pouco tempo destinado ao projeto, são adotadas soluções padrão, nem sempre adequadas ao edifício em questão. Conseqüentemente, muitas decisões são tomadas no momento da obra e por pessoas nem sempre habilitadas para tal. Acrescenta ainda que quando não avaliadas as diferentes interferências entre os subsistemas do edifício (falha ou inexistência da coordenação de projetos), não só a execução mas também a manutenção dos sistemas hidráulicos prediais podem ser comprometidos.

CAMPOS (1989) *apud* ILHA (1993) apresenta o diagrama de *Ishikawa* a fim de facilitar a identificação das causas das falhas na comunicação (*Figura 6.2.2*). Na seqüência, considerando que o problema não se encontra na comunicação, mas sim, no desenvolvimento das etapas que constituem o processo de geração dos sistemas hidráulicos prediais (SHP), apresenta-se o diagrama de *Ishikawa* correspondente (*Figura 6.2.3*).

Fonte: Elaborado a partir de CAMPOS (1989) *apud* ILHA (1993)

Figura 6.2.2 - Fontes de falhas na comunicação

Fonte: Elaborado a partir de ILHA (1993)

Figura 6.2.3 - Fontes de falhas no processo de geração dos sistemas

A fim de propor uma forma organizada de se conduzir trabalhos, que vise a avaliação e proposição de soluções para os sistemas prediais em operação, além de gerar elementos de retroalimentação dos processos de criação, implantação e utilização de sistemas prediais, ALMEIDA; GONÇALVES (1994) desenvolveram a Avaliação Durante Operação (ADO). Para tanto, utilizaram elementos da ciência da Patologia das Construções e da metodologia proposta para a aplicação da Avaliação Pós Ocupação (APO). Algumas das etapas definidas pelos autores para a aplicação da metodologia (*Figura 6.2.4*) podem ocorrer simultaneamente.

Fonte: Elaborado a partir de ALMEIDA; GONÇALVES (1994)

Figura 6.2.4 - Etapas de Avaliação Durante Operação

Considerando-se as fases de uso/operação e manutenção do empreendimento, destaca-se a importância e, até mesmo, a necessidade do Gerenciamento de Facilidades sobre o qual apresenta-se, na seqüência, um estudo de ANTONIOLI (2003).

Antes porém, deve-se observar que as ações de um PURA - implantação e gestão da demanda - exercem papel importante no Gerenciamento de Facilidades, principalmente em relação ao recurso água.

Segundo ANTONIOLI (2003), na última década, registrou-se grande avanço tecnológico dos edifícios e de seus sistemas e aumento significativo da complexidade e interdependência dos elementos presentes no espaço construído: "O suporte oferecido por estes aos seus usuários passou a ter importância estratégica crescente para o desenvolvimento de atividades no interior das edificações". Os sistemas têm sido obrigados a operar em patamares cada vez mais elevados de flexibilidade e confiabilidade, em função das exigências impostas pelos critérios de Desempenho e

Qualidade, considerando-se, por exemplo, a preocupação com o uso sustentável dos recursos.

Com a necessidade de transição dos modelos gerenciais até então utilizados para a operação e manutenção do edifício e seus sistemas, desenvolveu-se o Gerenciamento de Facilidades, que pode ser entendido como a “Integração de pessoas, espaço e tecnologia através do gerenciamento dos processos de inter-relacionamento destes sistemas, visando a satisfação dos objetivos corporativos da organização que os contêm.”

Segundo o autor, em países desenvolvidos (de cultura anglo-saxônica), o desenvolvimento do Gerenciamento de Facilidades (*Facilities Management*) começou na década de 80, mas, somente na última década adquiriu seu sentido atual de abrangência: “praticamente a gestão de todas as atividades e serviços realizados dentro de uma edificação comercial ou institucional, salvo aquelas relativas a atividade principal da própria organização (*core business*)”.

Entre os fatores que influenciam o Gerenciamento de Facilidades, ANTONIOLI (2003) cita o tamanho, a localização do edifício e sua cultura organizacional, podendo esta última ser classificada em setor público, setor educacional e setor privado (COTTS, 1999 *apud* ANTONIOLI, 2003).

Em específico quanto a *campus* universitário (setor educacional), o autor afirma que a “diversidade de serviços e de demandas dos usuários presentes em um *campus*, resulta na maior complexidade que o Gerenciamento de Facilidades pode encontrar”.

Além de modernizações (*retrofitting*), a manutenção pode ser executada reativamente (manutenção corretiva) ou proativamente (manutenção preventiva e preditiva), conforme ANTONIOLI (2003):

- *Preventiva*: “inspeções periódicas e checagens de funções existentes de maneira a evitar depreciação ou falha, bem como possibilitar a correção ainda em estágio inicial de processo de deterioração”;

- *Preditiva*: “‘filosofia’ de manutenção onde as condições do equipamento são monitoradas em intervalos apropriados de tempo que permitem obter uma avaliação precisa que possa ser usada para determinar se uma ou nenhuma ação é necessária, sem diminuição da confiabilidade de um sistema ou equipamento”.

Vale observar que assim como FARINA (2002) e ILHA (1993), ANTONIOLI (2003) ressalta a importância da informação: “Pode-se dizer que atualmente a informação representa o insumo mais importante para as atividades desenvolvidas no ambiente construído, tanto para a organização quanto para o próprio Gerenciamento de Facilidades”, utilizando-se em sua coleta e armazenamento, a denominada Tecnologia da Informação (TI).

PEDROSO (2002) une os conceitos relativos ao uso racional da água e à manutenção, aplicando-os a um *campus* universitário. A fim de fornecer “subsídios para a implementação de sistema de manutenção para *campus* universitário” a autora apresentou como estudo de caso a Cidade Universitária Zeferino Vaz, da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

A autora propõe a adoção de uma metodologia de Sistemas de Manutenção Predial (SMP), ilustrada na *Figura 6.2.5*, que, segundo LOPES (1993a) *apud* PEDROSO (2002), “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”, devendo fornecer, entre outros, as causas das patologias mais freqüentes.

PEDROSO (2002) contempla também em seu estudo o conceito de Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance - TPM*) e, dentre as atividades preparatórias para a implementação da *TPM*, para a definição de um Sistema de Manutenção em *campus* universitário, a autora cita a manutenção autônoma, a manutenção planejada e o treinamento, consistindo a primeira no desenvolvimento de “sentimento de propriedade, zelo, habilidade de inspecionar e detectar problemas

e até realizar pequenos ajustes nos equipamentos/componentes (RIBEIRO, 2000)”, por parte dos operadores.

Fonte: Elaborado a partir de PEDROSO (2002)

Figura 6.2.5 - Proposta de Sistema de Manutenção para *campus* universitário

Após a implementação das etapas iniciais, devem ser estabelecidas a operação do sistema de manutenção e a contínua atualização do cadastro, concluindo também PEDROSO (2002) a importância do sistema de informação.

Entre as observações realizadas pela autora, em seu estudo de caso, destacam-se:

- Estudo de Caso: Cidade Universitária Zeferino Vaz, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2.447.097 m² e 228 edifícios;
- Pontos de consumo: 12.170 (31% torneiras de uso geral - lavagem, de tanque e de jardim, 22% lavatórios, 10,4% bacias sanitárias com caixa de descarga acoplada, 8,2% válvulas e 15,6 % torneiras de pia - a maioria em laboratórios);
- Principais patologias verificadas: 1.186 ocorrências (9,75%). Entre elas:

- Lavatório, pia e torneira de uso geral - vedante com problemas (61,4%, 68,6% e 64,0%, respectivamente),
- Mictórios - registro danificado (78,3%),
- Bacia sanitária com caixa acoplada - filetes (96%),
- Bacia sanitária com válvula de descarga - pequenos filetes (84,4%).

6.3 Alterações em rotinas administrativas

Entre as alterações em rotinas administrativas, pode-se destacar a criação de padrões para aquisições de equipamentos, incluindo descrições técnicas, normas e programas da Qualidade a serem contemplados, de modo a orientar o pessoal administrativo e de compras.

Cria-se também uma maior preocupação com materiais e equipamentos a serem instalados, seguindo padrões de equipamentos de baixo consumo de água, tanto em reformas e ampliações em ambientes sanitários, como em novas instalações.

Além desta vertente de padronização dos equipamentos, destaca-se o aumento da preocupação com o consumo de água. Através da conscientização dos usuários internos, no caso, os administrativos, consegue-se uma maior atenção para avisos da concessionária sobre variação do consumo, incluindo passagem das informações ao pessoal de manutenção e aos gestores da água e solicitação de retorno com o problema detectado e a solução adotada.

Por fim, quando existem permissionários (empresas particulares localizadas dentro do *campus*, notadamente lanchonetes e restaurantes), há uma maior atenção para os contratos com estes permissionários, incluindo-se, entre as cláusulas, a responsabilidade pelo pagamento da água consumida (assim como de outros insumos).

6.4 Alterações em parâmetros de projeto

Quando o *campus* universitário possui um órgão responsável pelos projetos das edificações, a especificação de equipamentos economizadores para ampliações e novos projetos constitui o efeito mais direto.

Mas, além deste efeito interno ao *campus*, poderia-se ter um efeito externo a este: alterações em projetos do sistema sanitário predial de água e esgoto, “racionalizados em função de previsão de instalações de equipamentos economizadores”, conforme TAMAKI (2003), o que dependeria da revisão de parâmetros de projeto.

Desta forma, equipamentos sanitários com vazões menores poderiam acarretar em tubulações de diâmetros menores, reservatórios menores e conjuntos motor-bomba trabalhando menos horas (o que reduziria também o gasto com energia elétrica), além de menor geração de esgoto (o que poderia contribuir para a redução dos diâmetros também do sistema de coleta de esgoto sanitário).

Segundo ILHA; GONÇALVES (1994) o dimensionamento do sistema de distribuição de água fria, toma por base o “princípio da conservação de energia”: “Considera-se escoamento permanente em conduto forçado, onde faz-se um balanceamento entre o diâmetro da tubulação, a vazão de projeto esperada e as pressões necessárias para o funcionamento adequado dos aparelhos e equipamentos sanitários, tendo em vista a carga disponível”. Desta forma, conclui-se que “é necessário que fiquem bem definidos os seguintes parâmetros hidráulicos: vazão, velocidade, pressão e perda de carga”.

Finalmente, para a determinação da “vazão de projeto”, os autores expõem duas possibilidades:

- “supor o funcionamento simultâneo de todos os pontos que compõem o sistema (vazão máxima de projeto), o que se constitui, na maioria dos casos, numa abordagem inadequada, uma vez que a probabilidade de que isto ocorra é bastante reduzida, conduzindo a sistemas anti-econômicos;

- incorporar à vazão máxima de projeto fatores que representem a probabilidade de ocorrência de uso simultâneo de diferentes pontos do sistema (vazão máxima provável)”.

No desenvolvimento histórico dos métodos de determinação da “vazão máxima provável”, ILHA; GONÇALVES (1994) apresentam:

- *Métodos empíricos*: baseados “na utilização de tabelas, gráficos e expressões matemáticas, estabelecidos a partir da experiência e julgamento de seus propositores”. Como exemplo os autores citam os métodos de Timmis (1922), Dawson e Kalinske (1932), Dawson e Bowman (1933), Raiz Quadrada - Alemão (1940), Francês (1942), Britânico (1946), Fretwell, RAE - Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo, *Department of Commerce*, Macintyre e Raiz Quadrada Modificada (1978);
- *Métodos probabilísticos*: baseados “no emprego de tabelas, gráficos e expressões estabelecidos a partir de conceitos probabilísticos” - Hunter (1940), Gallizio (1944), Burberry/Wise (1969), CP-310/Howick, Webster (1972), Courtney, Konen - Hunter Modificado (1980/1984), Murakawa, Gonçalves (1985).

Portanto, há necessidade de revisão nos métodos de dimensionamento dos sistemas, conclusão esta também de SANTOS (1998) *apud* OLIVEIRA Jr. (2002). O autor trata do impacto que aparelhos tanto convencionais como economizadores provocam no sistema predial de esgoto sanitário. Ele alerta, porém, para a importância da perfeita integração entre as partes dos sistemas e para a necessidade de desempenho global do sistema. Deve-se, portanto, otimizar o desenvolvimento de projetos (economizar materiais, por exemplo), mas sem negligenciar a qualidade (conforto e higiene) ao longo do período de utilização.

A área de projetos de sistemas hidráulicos prediais espera, portanto, por novos parâmetros e métodos de dimensionamento, novas concepções, novas formas de abordagem, que considerem as características atuais dos equipamentos, dos materiais e dos requisitos de Desempenho delineados pelas novas necessidades dos usuários.

Insere-se neste contexto mais um dos efeitos de um PURA. A utilização de instrumentos da gestão da demanda, como a medição setorizada e a telemedição, permite a sistematização da coleta dos dados, de forma a serem obtidos dados mais qualificados e em maior quantidade.

LUZ (1982) alerta para a complexidade da adoção de condições de demanda de projeto e apresenta como dependentes das condições futuras, o “cálculo de vazão instantânea para dimensionamento das tubulações” e “cálculo da vazão média para resolução de problemas de reservação”.

Através da *Figura 6.4.1*, o autor exemplifica estes aspectos da demanda:

- *Padrão de consumo da edificação*: determinado pela variação “que ocorre de forma quase que cíclica a cada dia, permitindo a previsão de que em certas horas ocorreram grandes vazões de consumo e em outras horas as vazões serão menores;
- *Vazão instantânea*: determinada pela variação “que ocorre a cada instante, em torno da curva padrão de consumo. Essa variação, ao contrário da anterior, dificilmente poderia ser associada às horas do dia e, além de depender do tipo de edifício e de sua população, depende também da natureza das peças de utilização.”

Fonte: LUZ (1982)

Figura 6.4.1 - Vazão instantânea e padrão de consumo

Além de possibilitar novos parâmetros de dimensionamento de rede e de reservatórios, esta sistematização permite avaliar o regime de operação dos reservatórios (possibilitando até mesmo sua otimização) e elaborar métodos de previsão de demanda.

Pode-se destacar alguns estudos, nacionais e internacionais sobre previsão de demanda, entre os quais:

- *MURAKAWA; IIO (1989)*: estudam a estimativa de demanda de água baseada numa análise de regressão múltipla, utilizando dados levantados nas nove maiores cidades do Japão. Relacionam o número de pessoas com a área de edificação segundo uma função potencial ($Y = a X^b$, a e b por mínimos quadrados) para diferentes tipologias de edifícios. O mesmo é realizado para equipamentos sanitários e área, consumo de água e área, etc. Após a regressão linear para cada tipologia e definição dos coeficientes X_i , obtém-se a equação do consumo por tipologia de uso.
- *WEBER (1993)*: discute os modelos de previsão de demanda mais empregados. A quantidade de dados disponíveis determina o modelo empregado. O mais utilizado é o de regressão linear simples ($D = a + b X + \text{erro}$) e o de múltipla ($D = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + \text{erro}$). Séries temporais também utilizam análise de regressão. Cita como dados importantes para previsão da demanda o consumo de água; os demográficos, econômicos, tarifários e climáticos; a existência de programas de conservação, etc. Alerta para a necessidade de avaliações da sensibilidade dos modelos.
- *BARRETO (2000)*: apresenta um modelo de previsão de demanda de água em sistemas prediais como forma de avaliar a parcela de redução do consumo devido à aplicação de ações de uso racional da água sem a parcela de alguma alteração aleatória.

Por fim, retomando o problema da determinação da vazão de projeto, além dos métodos determinísticos e probabilísticos, LUZ (1982) cita o método de simulação, no qual procede-se à “modelagem dos comportamentos aleatórios de chegada e utilização das instalações por parte dos usuários”

Como contribuição para o desenvolvimento da área, principalmente quanto a métodos e concepção, deve-se registrar os estudos de PETRUCCI (2001), sobre uma “Metodologia para seleção de configuração de sistemas prediais de água em edificações que abriguem múltiplas economias”. Através de uma ferramenta para cálculo de redes de distribuição sob vazões reais, são realizados testes e ajustes de possíveis configurações, em ambiente de simulação computacional. Além desta ferramenta são utilizados a caracterização da operação e a simulação dos aparelhos sanitários. As preferências e comportamentos dos usuários são definidos através da geração de variáveis aleatórias que seguem distribuições estatísticas. Desta forma, pode-se simular a operação do sistema como um todo.

6.5 Desenvolvimento tecnológico dos equipamentos

Outro pré-requisito evidente para um Programa de Uso Racional da Água em *campus* universitário é o comprometimento com o desenvolvimento de tecnologia. O retorno à sociedade, através de metodologias, práticas e equipamentos que economizem água, vem ao encontro de um dos objetivos da Universidade, a extensão universitária.

É recomendado um contato próximo com fabricantes de equipamentos, desde que também engajados no propósito de redução do consumo de água, tornando-os parceiros do Programa.

Desta forma, na ocorrência sistemática de um problema com um equipamento (alguns dos quais citados no *Capítulo 4*), um representante técnico do setor de projetos do fabricante pode ser chamado para verificar no local. Constatado o problema no projeto do equipamento, ele pode ser revisto pelo fabricante.

Outra possibilidade é a adoção em locais de uso restrito e controlado de equipamentos inovadores, alguns ainda não disponíveis no mercado, para testes.

Entre os equipamentos ainda não disponíveis, no mercado nacional, estão:

- Bacias sanitárias com caixas de descarga modelo *dual flush*: apresentam possibilidade de escolha entre dois volumes de descarga no momento do acionamento;
- Válvula de descarga de ciclo fixo: a ser incorporada à válvula de descarga embutida na parede, de modo a fixar o volume de água por descarga;
- Mictório sem água: apresenta como acabamento um esmalte repelente à água e como selante, um gel.

6.6 Despertar para a conservação da água - Introdução de fontes alternativas de água

A implantação de um PURA, por vezes, desperta o interesse em ampliar as ações e em passar a introduzir fontes alternativas de água, partindo-se, então, para a conservação da água, através de:

- Aproveitamento de água de poços;
- Aproveitamento de águas pluviais;
- Reúso de águas.

A introdução destas fontes alternativas deve ser estimulada mas desde que sejam tomados os devidos cuidados, de modo a não comprometer a saúde das populações, o desenvolvimento das atividades e tampouco acarretar em desequilíbrios ambientais (esgotamento de poços, por exemplo).

O uso racional da água deve ser uma premissa, uma condição básica da conservação da água. Seria uma incoerência introduzir novas fontes se as atuais não estão sendo utilizadas com eficiência.

Além do uso racional da água, devem ser observados outros aspectos, como o uso racional da energia, e a minimização dos resíduos sólidos no contexto da

conservação da água. A escolha pela adoção de fontes alternativas deve passar por uma abordagem sistêmica da questão e de ciclo de vida, fazendo-se um balanço dos insumos envolvidos.

A introdução de fontes alternativas deve ser realizada, portanto, com responsabilidade. A gestão do sistema de abastecimento passa a ser da Universidade e não mais da concessionária e isto requer definição de procedimentos de operação e manutenção, de atividades fins a serem atendidas e, principalmente, de responsabilidades.

Apesar de serem práticas antigas, o aproveitamento de água de poços e pluviais, e o reúso, ainda carecem de estudos e de legislações a respeito; o conhecimento ainda é incipiente, conforme concordam vários autores. Por isso, quando da decisão pela introdução destas fontes, deve-se realizar o levantamento de informações.

Neste *Item 6.6*, assim como no *Apêndice I* são apresentadas apenas algumas informações básicas a respeito destas fontes, constituindo o ponto de partida para o levantamento das informações que podem subsidiar a escolha ou não por estas alternativas para determinados fins.

6.6.1 Aproveitamento de água de poços

Alguns *campi* possuem poços, mas nem sempre nas melhores condições de operação e manutenção. Como efeitos do Programa, neste sentido, destaca-se a oportunidade de discussão sobre como melhorar estas condições e ampliar sua utilização de forma segura em termos de critérios de potabilidade (garantia da saúde dos usuários) e geológicos (atentar para a dinâmica de recarga do aquífero).

Poços são utilizados, segundo HAGER (2001), desde o tempo antigo, em países como Egito e Pérsia, podendo ser, em termos da profundidade, livres (freáticos) ou confinados (artesianos) (*Figura 6.6.1.1*). Segundo SABESP (2004a), o termo “artesiano remonta o século XII, quando foi perfurado na cidade de *Artois* (França),

o primeiro poço desse tipo”. Esta última, alerta para a utilização dos poços livres (também conhecidos como caipiras), mais sujeitos a contaminações por águas pluviais ou até infiltrações de esgotos.

Fonte: Elaborado a partir de HAGER (2001)

Figura 6.6.1.1 - Tipos de aquífero

REBOUÇAS (1999) afirma que houve, na questão do aproveitamento das águas subterrâneas, uma evolução de uma abordagem físico-hidráulico para uma abordagem geoquímico-bioquímica sistêmica, sendo, portanto, crescente a necessidade de conhecimento do perfil hidrogeológico do solo. Ele relata que se percebeu que a camada aquífera se comporta como um sistema: com zona de recarga (ou de entradas) e zonas de descarga (ou de saídas); e que extrair água de uma camada, as perturbações hidráulicas causadas determinavam o desenvolvimento de intercâmbios das águas de camadas vizinhas. A abordagem evolui, portanto de “poço” para “sistema de fluxos subterrâneos”, tornando-se esta base para inserção das águas subterrâneas no gerenciamento integrado de bacias hidrográficas. Acrescenta, por outro lado que tanto no Brasil como outros países do mundo, há uma tendência de limitados níveis de conhecimento hidrogeológico (Figura 6.6.1.2).

Fonte: Elaborado a partir de HAGER (2001)

Figura 6.6.1.2 - Ciclo hidrológico

HAGER (2001) recomenda entre outras estratégias de produção a do desenvolvimento de perímetros de proteção de poços, zoneamento restritivo (vulnerabilidade), estudo e aplicação de modelos para áreas locais, uso e ocupação do solo e modelo de gestão. Deve-se realizar um gerenciamento integrado dos recursos (subterrâneo, superficial e atmosférico) *versus* um gerenciamento integrado de uso (abastecimento, energia elétrica, navegação, irrigação).

Utilizando esta abordagem de gerenciamento integrado dos recursos hídricos, REBOUÇAS (1996) *apud* REBOUÇAS (1999) apresenta uma série de funções exercidas pelas águas subterrâneas, registradas na *Tabela 6.6.1.1*.

Tabela 6.6.1.1 - Funções das águas subterrâneas

Função produção
- consumo humano, industrial ou irrigação
- Estados Unidos...irrigação, abastecimento de 39% dos serviços municipais de água, 75% da população rural e abastecimento de indústrias...Na Comunidade Econômica Européia... o atendimento dos serviços públicos é prioritário, abastecendo em média 75% dos sistemas

Tabela 6.6.1.1 - Funções das águas subterrâneas (continuação)

Função ambiental
- na década de 80 surgiu uma grande preocupação com fontes poluidoras pontuais ou difusas, entendidas como efetivas ou potenciais na degradação da qualidade das águas subterrâneas, passando sua natural potabilidade a ser posta em dúvida
- hoje a situação já está alterada, pois já há um maior conhecimento sobre os processos reguladores do impacto sobre solo/subsolo e águas subterrâneas (Fetter, 1993)
Função transporte
- transporte da água entre zonas de recarga artificial ou natural e áreas de extração excessiva
Função estratégica
- gerenciamento integrado das águas superficiais e subterrâneas de áreas metropolitanas
- águas subterrâneas devem ser vistas como uma alternativa ou um complemento às águas superficiais, permitindo em seu uso conjunto melhores resultados quanto à quantidade, qualidade e custos
Função filtro
- instalados a distâncias adequadas de rios perenes, lagos, consegue-se extrair água naturalmente clarificada e purificada em função de sua capacidade filtrante e de depuração bio-geoquímica do maciço natural permeável. Desta forma são reduzidos os custos dos processos convencionais de tratamento
Função energética
- utilização de água subterrânea aquecida pelo gradiente geotermal, como fonte de energia elétrica ou termal
Função estocagem ou regularização
- utilização do aquífero para estocar, durante as enchentes de rios, excedentes de água

Fonte: Elaborado a partir de REBOUÇAS (1999)

A utilização de águas subterrâneas conta, entre seus fatores de competitividade, com (REBOUÇAS, 1999):

- Capacidade de armazenamento - a quantidade e qualidade não são afetadas pela variabilidade sazonal ou interanual das fontes de recarga;
- Potabilidade natural e a maior proteção da qualidade;
- Forma extensiva de ocorrência das águas subterrâneas, o que resulta na possibilidade de captação no local onde ocorrem as demandas, dispensando estações de recalque e adutoras;
- Prazos de execução das obras de captação relativamente pequenos;
- Investimentos relativamente pequenos;
- Mananciais subterrâneos não sofrem os processos de assoreamento, nem perdem grandes volumes de água por evaporação, tal como ocorre nos rios.

Quanto aos custos envolvidos a *Tabela 6.6.1.2* (ROGERS, 1987 *apud* REBOUÇAS, 1999) apresenta uma análise comparativa, considerando os custos internacionais de captação de água (não está incluído o transporte), para diferentes tecnologias.

Tabela 6.6.1.2 - Custos internacionais da água pelas diferentes tecnologias disponíveis (não incluem transporte)

<i>Tecnologias</i>	<i>Custos (US\$ por mil m³)</i>
Captação de rio (só armazenamento)	123 - 246
Destilação	645 - 1085
Congelamento	368 - 633
Eletrodiálise	276 - 537
Reúso de esgoto doméstico	200 - 485
Reúso de esgoto (tratamento secundário)	77 - 128
Osmose reversa (água salobra)	120 - 397
Captação de água subterrânea artificialmente recarregada	118 - 138
Captação de água subterrânea naturalmente recarregada	88

Fonte: Elaborado a partir de ROGERS (1987) *apud* REBOUÇAS (1999)

Um dos grandes problemas com relação aos poços é a possibilidade de contaminação dos aquíferos, que pode ser provocada por “aterros sanitários, lixões - evitar áreas de recarga; fossas sépticas (esgoto); rede de condutos pluviais e de esgotos - vazamento; esgoto (efluente) doméstico e industrial; poços com má construção técnica; agrotóxicos; cargas industriais; postos de gasolina; cemitérios; poços de injeção; poços abandonados; cavas abandonadas de mineração; acidentes diversos”, conforme HAGER (2001). Para detectar a ocorrência de algum problema, a autora recomenda a de análise periódica dos elementos químicos e biológicos da água.

O estado de São Paulo deu início a um amplo estudo sobre águas subterrâneas, na década de 70 (REBOUÇAS, 1999). Segundo SABESP (2004a), são abastecidas por águas de poços, total ou parcialmente, aproximadamente 65% da zona urbana e aproximadamente 90% das indústrias, sendo o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) - o responsável pela licença de perfuração e utilização de poços tubulares profundos e pelo estabelecimento de normas sobre seu projeto de construção e controle de utilização.

HAGER (2001) recomenda, por fim, respeitar os limites e condições naturais do recurso hídrico subterrâneo, não usar mais do que a capacidade de renovação do corpo de água e não contaminar o corpo de água por uso inadequado.

6.6.2 Aproveitamento de águas pluviais

O aproveitamento de águas pluviais é mais um dos temas que demandam aprofundamento dos estudos, em função de questões como a dependência do regime das chuvas, as variáveis envolvidas no dimensionamento do reservatório, o consumo de energia (no caso de existência de sistema de bombeamento), os procedimentos e responsabilidades de operação e manutenção, a possibilidade de contaminação da água, além da própria definição dos usos desta água (quais usos dispensam água potável?).

Segundo MAY (2004), esta água tem potencial para utilização “na irrigação de jardins em parques, escolas, praças, estacionamentos, residências e condomínios, na lavagem de veículos, na lavagem de calçadas e pátios, na limpeza de vasos sanitários, em sistemas de ar condicionado e em sistemas de combate a incêndio”.

SCHERER (2003) ratifica a possibilidade de utilização em escolas, em seus estudos sobre economia de água, em função das grandes áreas de telhados que, geralmente, as escolas dispõem; mas recomenda a identificação das tubulações, dotando as torneiras, além de sinalização, de dispositivos de uso restrito.

Quanto às referências bibliográficas, o autor aponta poucas publicações técnicas sobre o assunto e um processo de aproveitamento por vezes improvisado. Cita a inexistência de normalização ou regulamentação brasileira específica sobre projetos de aproveitamento, sendo a existente destinada a atender à redução de enchentes urbanas.

Segundo MAY (2004), esta falta de normas apropriadas decorre, entre outros, da falta de dados, entre os quais a qualidade da água de chuva e coeficiente de *Runoff*

(ou coeficiente de escoamento superficial, que expressa a parcela da precipitação que escorre para a bacia pela superfície do solo, não sendo perdida por infiltração no solo, evapotranspiração, etc.).

Um sistema genérico de aproveitamento de águas pluviais para fins não-potáveis, deve apresentar: coleta, autolimpeza, reservação e distribuição. Através dos subsistemas de autolimpeza seriam removidas “partículas de solo, fuligens, folhas de árvores, revestimento ou pintura dos telhado, excremento de pássaros que apresentam bactérias e/ou outros parasitas, etc.”. Para o bom desempenho dos sistemas recomenda-se que sejam observados a qualidade da água de chuva, a área de contribuição, o correto dimensionamento e execução do sistema predial e a manutenção (SCHERER, 2003).

Em seu estudo sobre o aproveitamento das águas pluviais, MAY (2004) abordou dois aspectos:

- A avaliação dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da água;
- A viabilidade do sistema.

Quanto ao primeiro aspecto, a autora montou um sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais (*Figura 6.6.2.1*), em uma edificação da Cidade Universitária, ligada à Escola Politécnica da USP, com o objetivo de realizar análises físicas, químicas e bacteriológicas, e assim, “averiguar a necessidade e o tipo de tratamento para que a água possa ser utilizada para consumo não potável” e diminuir os riscos à saúde dos usuários.

Os componentes principais do sistema montado são o coletor automático de amostras sequenciais de águas pluviais, o sistema de descarte de folhas e galhos, o medidor de vazão por pressão diferencial, o reservatório, o sistema de recalque, e os pontos de alimentação.

Fonte: MAY (2004)

Figura 6.6.2.1 - Esquema do sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais

Os dados apresentados pela autora referem-se a amostras coletadas de novembro de 2003 a março de 2004, num total de sessenta amostras (de 2 L cada), tendo sido tomados diversos cuidados para evitar a contaminação das amostras.

Como conclusões das análises bacteriológicas das amostras, MAY (2004) registra a presença, em elevadas concentrações, de coliformes totais (mais de 89% das amostras), bactérias do tipo Clostrídio Sulfito Redutor (mais de 91%) e bactérias do tipo Enterococos (98%) e, em concentrações menores, coliformes fecais (50%) e bactérias do tipo Pseudomonas Aeruginosas (17%). A autora conclui que “A presença de bactérias na água de chuva indica que essa água deve ser tratada antes de ser utilizada.”.

A autora faz, então, várias recomendações para sistemas de aproveitamento de águas pluviais:

- Utilizar a água “somente para consumo não potável, como em bacias sanitárias, em torneiras de jardim, para lavagem de veículos e para lavagem de roupas”;

- Verificar a necessidade de filtração, cloração e/ou desinfecção da água. No caso da aplicação em bacias sanitárias, a autora registra “a necessidade de desinfecção da água, pois podem ocorrer respingos de água e causar riscos a saúde de seus usuários”. Vale lembrar, ainda segundo a autora que “é aconselhável que a área de coleta seja o telhado” e, como “a ele existe acesso pequenos animais como: pássaros, ratos, gatos, entre outros, é grande a probabilidade do telhado conter fezes desses animais ou até mesmo, animais mortos”;
- Descartar a água dos primeiros 15 a 20 minutos de chuva devido à concentração elevada de poluentes nesta água que realiza a limpeza do telhado;
- Evitar a entrada de luz do sol no reservatório a fim de diminuir a proliferação de microorganismos;
- Prever o reabastecimento do reservatório de água de chuva com água potável, para casos de estiagem prolongada;
- Tomar devidos cuidados para evitar que a água da chuva contamine o reservatório de água potável (caso estejam ligados);
- Pintar tubulação de água de chuva de outra cor (para realçar uso não potável), utilizar roscas e torneiras diferentes (para evitar interconexão com o sistema de água potável) e instalar, próximo à mangueira do jardim ou quintal, placa de aviso “Água não Potável”;

Quanto ao segundo aspecto, ela afirma que a viabilidade do sistema depende basicamente da precipitação, da área de coleta e da demanda. Em casos nos quais estes três fatores são elevados, como em postos de gasolina, lavanderias e indústrias, o prazo de recuperação do investimento é curto.

Para analisar esta viabilidade, além desta montagem experimental, a autora elaborou um programa de análise econômica do sistema, contemplando “dimensionamento do volume do reservatório de água de chuva pelo método de *Rippl*, verificação do volume do reservatório obtido no cálculo anterior, e análise econômica do sistema”.

CHU *et alii* (1999) *apud* MAY (2004) apresentam, no estudo de viabilidade, o reservatório como componente mais dispendioso do sistema, sendo que sua

capacidade de armazenamento influencia tanto no custo como na capacidade de atendimento da demanda.

Como conclusão de estudos, MAY (2004), com base nos resultados das análises realizadas e na utilização do sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais, ratifica que seu uso para fins não potáveis deve ser estimulado.

A seguir são apresentados outros estudos acerca de aproveitamento de águas pluviais.

- *DERRIEN; GOUVELLO (2003), França:* realizaram estudos sobre a possibilidade de aproveitamento de águas pluviais em edifícios residenciais para uso em bacias sanitárias. Os autores relatam o panorama atual no país, ainda carente de legislação específica e de estudos adicionais, embora em crescimento. Demonstram preocupação também com a qualidade da água coletada e com sua identificação. Como conclusões dos estudos, registram a importância da correta avaliação pluviométrica (geralmente superestimada), o padrão de qualidade da água sendo verificado como aceitável com relação à proliferação de bactérias (embora indiquem a necessidade de mais estudos), a modificação da água com o tempo (mas sem grandes implicações) e a importância da instalação e manutenção adequadas do sistema.
- *GOUVELLO; KHOUIL; DERRIEN (2004), França:* relatam a experiência francesa de aproveitamento de águas pluviais em edificações de uso coletivo, que segundo eles crescendo na França, em nome do desenvolvimento sustentável. No entanto, registram que não há regulação ou legislação oficial acerca desta questão. Neste contexto, foi realizado um levantamento, em 2003 e 2004, dos principais usos (locais e finalidades) e das soluções técnicas para coleta, estocagem e uso desta água, num total de sessenta e sete projetos, sendo verificado que:
 - Principais aplicações: escolas, edifícios residenciais, de escritórios, culturais, turísticos e garagens;

- Principais usos: bacias sanitárias, irrigação, lavagem de pisos e de veículos (nesta ordem);
 - Principais aspectos funcionais de instalação: a coleta (em telhados), o tratamento da água (sedimentação, gradeamento, filtração e ultravioleta), o estoque, a distribuição e a identificação (tubos de cor diferente, com inscrição, torneiras com registro especial, água colorida).
-
- *MANO; SCHMITT (2004), Porto Alegre - Brasil:* apresenta a viabilidade técnico-econômica do aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em edificações residenciais unifamiliares, em específico, para utilização em descarga de bacias sanitárias. MANO; SCHMITT (2004) alertam para o antagonismo das metas de utilização do reservatório para águas pluviais: durante o período de chuvas, o reservatório deve ser deixado vazio, a fim de amortecer os picos de cheia (e atender o propósito de drenagem urbana), ou cheio para suprir a demanda do edifício durante a época de estiagem? Este antagonismo deve ser considerado no dimensionamento do reservatório. Como grande entrave na aplicação estudada os autores citam a grande disponibilidade de água em Porto Alegre e seu baixo custo. A economia média mensal obtida ficou entre R\$ 6,30 e R\$ 7,27 para um atendimento de 67,1% às bacias sanitárias (ou 21,5% do consumo total da edificação). Mesmo aumentando a área de captação, “o tempo de retorno do investimento ainda não chegaria a patamares atraentes ao usuário urbano médio”.
-
- *CUYPER; DINNE; VEL (2004), Bélgica:* em seus estudos dos impactos causados pela adoção de telhados “verdes” em edificações, os autores concluíram que há redução considerável da vazão e do volume de descarga da água de chuva no sistema de águas pluviais, alertando porém para a dificuldade de aproveitamento direto da água em função de sua qualidade inadequada. Nas amostras coletadas foram verificados a coloração marrom da água, elevados índices de presença de microorganismos e elevadas demandas química e bioquímica de oxigênio (DQO e DBO, respectivamente), além da presença de sólidos em suspensão. Em seus estudos, os autores incluem também o desenvolvimento de metodologia para cálculo do volume de descarga.

- *SIMIONI; GHISI; GÓMEZ (2004), Santa Catarina - Brasil*: apresentam um caso de implantação de sistemas de captação de água da chuva em dois postos de combustíveis para uso em lavagem de veículos, localizados em diferentes cidades. Como conclusões os autores apresentam:
 - O grande potencial deste aproveitamento em postos de combustíveis, em função da água tratada ser comumente utilizada para fins não potáveis (lavagens de automóveis e caminhões);
 - O dimensionamento do reservatório como provável parte mais trabalhosa de um projeto de captação de água de chuva (tentando-se no trabalho otimizar o reservatório para diminuir a ociosidade de volume projetado);
 - “Com os volumes obtidos pelo método dos maiores intervalos sem chuvas, a economia de água tratada atingiu os valores de 84% e 79%”.
- *LIAO et alii (2004), Taiwan*: em seu estudo sobre o sistema de coleta de água de telhado em edificações existentes de Taiwan, o autor apresenta uma sequência lógica para implantação de aproveitamento de águas pluviais, incluindo modelo de balanço hídrico do sistema (*Figura 6.6.2.2*) e levantamento das características físicas das edificações, tais como idade, andares, tipo de cobertura e de condutor vertical.

Fonte: Elaborado a partir de LIAO et alii (2004)

Figura 6.6.2.2 - Variáveis do balanço hídrico para dimensionamento de reservatório

6.6.3 Reúso de águas

Além do aproveitamento de água de poços e de águas pluviais, um dos efeitos da implementação do PURA pode ser a introdução do reúso da água. Mas, novamente, deve-se lembrar a importância de questões como a definição dos usos, das responsabilidades, dos procedimentos, da gestão e, principalmente a garantia da saúde dos usuários.

Fazendo-se uma analogia aos 3Rs, um conceito comumente aplicado à gestão sustentável de resíduos sólidos, deve-se procurar:

1º *Reduzir* os volumes consumidos;

2º *Reutilizar* a água;

3º *Reciclar* a água, ou seja, submetê-la a uma série de processos de mudança ou tratamento para a reutilização.

No caso específico da água, geralmente emprega-se o termo reúso para as situações de simples reutilização (como o emprego da água da última lavagem da máquina de lavar roupas para a limpeza de pátios), como de utilização após a realização de tratamento (“águas cinzas”).

No caso de reúso de água de processos, em especial em laboratórios de *campus* universitário, o levantamento dos equipamentos e processos que consomem água permite avaliar o volume de água desperdiçado e alertar os usuários sobre este desperdício.

Em alguns locais, pode-se até verificar a adoção de práticas locais de reúso (por conta do próprio usuário), como resultante do maior grau de conscientização, sem a necessidade de indicação para tal.

Pode-se utilizar, ainda, a denominada “água de reúso”, disponibilizada por algumas concessionárias de serviços de água e esgoto, para fins não potáveis, como a rega de jardins.

Conforme SABESP (2004b), esta concessionária tem produzido “água de reúso” nas estações de tratamento de esgoto, indicando entre seus usos potenciais “geração de energia, refrigeração de equipamentos, em diversos processos industriais, em prefeituras e entidades que usam a água para lavagem de ruas e pátios, irrigação e rega de áreas verdes, desobstrução de rede de esgotos e águas pluviais e lavagem de veículos”.

Além destas formas de reúso, FIORI; FERNANDES; PIZZO (2004) apresentam uma avaliação do potencial de reúso de “águas cinzas” em edificações. Segundo os autores, “águas cinzas” (ou *grey water*), são aquelas provenientes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa e louça. SANTOS (2002) *apud* FIORI; FERNANDES; PIZZO (2004) inclui na configuração de um sistema de aproveitamento desta água os elementos dos sistemas de coleta e tratamento das águas servidas, do reservatório de acumulação e, se necessário, do sistema de recalque, reservação e distribuição.

Os autores afirmam ser de grande importância o controle do processo de reúso e, para tanto, recomendam :

- Separar as canalizações de água potável e da água de reúso;
- Pintar as tubulações com coloração específica e denominação de alerta sobre seu uso (principalmente quando forem utilizadas para limpeza de pisos e irrigação de jardins;
- Primar pelo monitoramento da operação, principalmente quanto ao desempenho da desinfecção realizada no sistema (parâmetros como DBO, DQO, Turbidez, Coliformes, Nitrato, Nitrito).

Como conclusão desta avaliação, obteve-se um efluente doméstico com características fracas, verificando-se um alto valor de coliformes fecais: $1,3 \times 10^5$ (NPM/100mL) ao invés do valores inferiores a 3.000 (NPM/100mL), como eram esperados para efluentes.

Quanto ao aproveitamento em *campus* universitário, destaca-se um estudo, em andamento, “para determinação da capacidade de aproveitamento das águas pluviais e das águas cinzas em um complexo esportivo universitário”, de FONINI; FERNANDES; PIZZO (2004). O estudo consiste na instalação, na Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, de um sistema de aproveitamento das águas pluviais e reutilização de “águas cinzas”, para o abastecimento de bacias sanitárias e água de manutenção para piscina.

Entre as conclusões iniciais dos autores, sobre as “águas cinzas”, estão a sua classificação como classe IV do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o que lhes atribui usos para fins menos exigentes; e a impossibilidade de sua utilização *in natura* para a irrigação, em função da presença de sabonetes, xampu e óleos que podem, impedir a realização da fotossíntese e acarretar na morte da planta.

SCHEE (2004) ratifica a importância do controle dos processos envolvidos no fornecimento de água não potável. O autor apresenta um projeto piloto governamental em Leidsche Rijn, Holanda, de construção de uma rede de distribuição de água não potável para trinta mil novas residências, visto que cerca de 45% da água potável utilizada em residências poderia ser não potável. Em janeiro de 2002, três mil casas estavam supridas com esta água.

Foram tomados cuidados como utilização de tubos de material e cor diferentes, ligação especial para máquina de lavar roupa, pressão mais elevada na rede de água não potável, realização de inspeção final, e fornecimento de informações aos instaladores.

Mas em 20 de novembro 2001, foi efetivada, indevidamente, a interligação de redes de água não potável que estavam desconectadas, sem a remoção de uma ligação temporária entre as redes de água potável e não potável (preenchida com água potável). Como a pressão da rede não potável é maior, esta água entrou na rede de água potável. Aproximadamente mil casas foram abastecidas com esta água em dezembro. Em janeiro de 2002, quando detectou-se o problema, verificou-se também

que uma casa entregue estava com as ligações de entrada cruzadas há dezessete meses.

Considerando o ocorrido, o governo decidiu preencher ambas as redes com água potável, não permitindo mais a distribuição de água não potável em redes.

Portanto, retomando as recomendações iniciais deste *Item 6.6*, os sistemas relacionados ao aproveitamento de fontes alternativas, requerem cuidados adicionais em todas as fases de sua implantação, da identificação das necessidades, passando pela concepção, projeto, obra, até sua operação e manutenção.

Mas, a introdução de fontes alternativas não depende somente de soluções técnicas, ela depende, principalmente, da gestão dos sistemas envolvidos.

6.7 Mudanças comportamentais dos usuários

Concluindo a relação de efeitos potenciais de um Programa de Uso Racional da Água, conforme a *Figura 4.1*, neste item apresenta-se as mudanças comportamentais dos usuários, aquelas que se processam, segundo CARDIA, ALUCCI (1998), através de mudanças de hábitos e adoção de novas tecnologias, e são as mais difíceis e as que demoram mais tempo para ocorrer. Por isso, as campanhas devem ser permanentes e focadas não numa falta momentânea da água (por motivo de estiagem, por exemplo) mas sim na possibilidade real de dificuldade em se obter água com qualidade daqui a poucos anos.

A percepção da tomada de consciência por parte dos usuários pode ser avaliada em diversos níveis dentro da Universidade, desde a direção (através do apoio ao Programa e sua manutenção em caráter permanente) até funcionários, como os jardineiros (através da adoção de horários mais adequados para a rega de jardins, sem que isto precise ser uma ordem de nível superior).

CARDIA, ALUCCI (1998) realizaram uma avaliação dos estudos americanos até aquela data, no âmbito das campanhas de educação pública voltadas à conservação, concluindo que “as estratégias de conservação tendem a ser redirecionadas para ações que dependam menos da mudança de hábitos e de motivação permanente, e mais da tomada de decisão racional relativa à aquisição de componentes poupadores”. Por outro lado, as autoras acreditam na formação da cultura conservacionista através de educação permanente da população mais jovem e não apenas da emergencial.

Elas registram que, em função da crise do petróleo nos anos 70, começaram a desenvolver-se programas de conservação de energia. Além destes programas, a falta de água em alguns estados norte-americanos levaram ao surgimento dos estudos também na área da água e às políticas de restrição do consumo e estímulo à auto-restrição. Na mesma época, registrou-se um aumento na preocupação da capacidade do meio-ambiente de atender às demandas.

Alguns temas relativos aos programas de conservação de energia foram, então, generalizados para conservação de água (já na década de 80):

- “Dilema dos comuns”: a questão da cooperação quando os interesses individuais de curto prazo chocam-se com os interesses coletivos de longo prazo. A resolução do dilema estaria na coerção mútua, a partir de um acordo coletivo de auto-restrição;
- *Free-riders*: no espaço privado, as pessoas se sentem “protegidas da censura pública pelo uso irracional”, implicando em baixo incentivo à cooperação individual por auto-restrição;
- Necessidade de efeitos-demonstração: modelagem social do comportamento;
- Natureza da mensagem: contando com vividez, pertinência e fornecimento de *feedback* sobre o consumo;
- Existência de compromisso público de redução de consumo.

Segundo as autoras, programas baseados unicamente em pressupostos de racionalidade econômica do consumidor tenderam ao fracasso, por não considerarem

“aspectos *irracionais* que afetam o processo de tomada de decisões das pessoas, como a busca de maximização de *status*, segurança e conforto”.

Para a garantia da continuidade das mudanças comportamentais desejadas, ressaltou-se a necessidade de se informar o usuário sobre os resultados da adoção de novos hábitos ou de equipamentos (*feedback*).

As campanhas publicitárias chamam a atenção para o problema, informando mas *não necessariamente motivando*, enquanto as medidas de incentivo/desincentivo motivam para a conservação. A combinação ideal seria aquela que contenha motivação, informação e *feedback*.

CARDIA, ALUCCI (1998) indicam, então, três aspectos em que se apóiam as campanhas para conservação de água: as medidas de incentivo social ou monetárias, as informações sobre como e onde poupar água, e as características de valores e as atitudes dos indivíduos.

E concluem que, na década de 90, as contribuições da Psicologia Social para os programas dão mais ênfase à adoção de equipamentos de consumo eficiente do que às mudanças nos hábitos de uso. Mudou-se, portanto, o enfoque.

Como exemplo de práticas em *campi* da Universidade da Califórnia, CARDIA, ALUCCI (1998), expõem que os pedidos para que as pessoas tomassem banhos mais curtos resultaram em banhos mais longos. Deve-se, então, dispensar atenção especial ao contato com os usuários, para não se obter uma reação contrária à desejada.

Embora este efeito do Programa - a mudança comportamental dos usuários - dependa mais das características e vontades intrínsecas dos usuários do que de uma ação do Programa, os elementos apresentados neste *Item 6.7* podem colaborar na elaboração de ações indutoras de mudanças.

6.8 Redução do consumo de água

O planejamento, a implantação e a gestão de um Programa Permanente de Uso Racional da Água, a gestão da demanda de água e o gerenciamento dos efeitos decorrentes, possibilitam que o impacto do Programa - a redução do consumo de água - seja mantido e até mesmo ampliado, conforme a proposição inicial deste trabalho.

Mas, a avaliação da redução do consumo deve ser cuidadosa, para não incorrer em conclusões equivocadas.

6.8.1 Aspectos relevantes na avaliação da variação do consumo de água

A avaliação dos dados de consumo não se deve ater somente ao percentual de redução, determinado através da comparação do consumo antes e depois das intervenções. São igualmente importantes os dados de período a período, a associação de possíveis causas da variação e a avaliação de como alguns fatores influenciam na variação do consumo, corroborando ou não com sua redução.

6.8.1.1 Causas da variação do consumo

Além das intervenções do Programa, podem ser citadas como causas da variação do consumo, entre outras:

- Sazonalidade da ocupação em função da distribuição de férias e feriados;
- Variação no número de vagas nos cursos;
- Ocorrência de eventos como congressos;
- Mudança do horário de aula ou expediente;
- Sazonalidade do uso da água em função do clima;
- Alteração no uso da água por mudança de atividades desenvolvidas;
- Reforma, fechamento, ocupação, realocação de edificações, o que implica em alteração na população e no número de equipamentos;

- Ocorrência de eventos periódicos como enchimento de piscinas, limpeza de caixas d'água, troca de água de tanques de experimentos;
- Instalação ou desativação de equipamentos de uso intermitente em laboratórios ou outros, como ar-condicionado;
- Ocorrência ou eliminação de vazamentos (em redes, reservatórios ou equipamentos);
- Alterações da pressão na rede, com reflexos em vazamentos preexistentes e pontos finais de consumo.

Estas causas podem ocorrer isoladamente ou associadas, daí a dificuldade, num sistema tão complexo, de se atribuir a uma só causa a variação de consumo e de se quantificar o efeito de cada uma.

6.8.1.2 Fatores que influenciam na variação do consumo

Nota-se que mesmo as causas, citadas no item anterior, atuam de forma diferente em função de fatores como:

- **Condições dos sistemas prediais**

As condições das redes, reservatórios e equipamentos influem no que tange à existência ou não de grandes vazamentos, principalmente os não visíveis, e na suscetibilidade de ocorrências em função de variações da pressão na rede.

- **Tipologia de uso**

A existência de equipamentos específicos em ambientes laboratoriais e hospitalares caracterizam um perfil de uso da água diferente quando comparado a ambientes de uso exclusivamente humano. Muitos equipamentos apresentam consumo permanente, outros intermitente, mas o consumo *per capita* das tipologias laboratoriais e hospitalares é, na maioria dos casos, maior.

- **Características dos usuários**

Interfere no desempenho do Programa a existência ou não de colaboração por parte dos usuários. Usuários primários, por exemplo, quando atuantes de forma ágil na ocorrência de vazamentos, podem ser considerados co-responsáveis pelos resultados. Torna-se importante, então, promover o *feedback* para os colaboradores, informando-lhes o andamento do Programa, os resultados mais recentes e as propostas para o futuro. Deve-se, também, tentar alterar uma postura corretiva para uma preventiva, com manutenções periódicas nos sistemas prediais. Já quanto aos usuários finais, deve-se buscar a colaboração na comunicação de vazamentos e na mudança de hábitos, tentando-se reduzir, no conflito de interesse criado, seu eventual desconforto diante de algumas inovações tecnológicas.

- **Delimitação do sistema**

Tem-se, finalmente, que em cada Unidade pode-se definir um conjunto de fatores internos que influem na variação do consumo, sobre os quais se pode atuar, e um conjunto de fatores externos, sobre os quais não se tem controle. A correta classificação e avaliação destes fatores e da relação entre eles, permite prever o resultado diante da ocorrência de uma causa de variação no consumo. Para se fazer uma melhor gestão da demanda, deve-se, não só dominar os fatores internos, mas também aprender a lidar com os externos.

6.8.2 Variação do consumo e determinação de parâmetros de controle

O impacto do Programa, considerando-se a variação do consumo de água, suas causas e os fatores envolvidos, pode ser medido através da determinação dos parâmetros de controle e da comparação destes ao longo do tempo.

A seguir apresenta-se os parâmetros comumente utilizados, que segundo TAMAKI (2003), podem ser classificados em *diretamente obtidos* - leituras de consumo

mensal e o perfil de vazões; e *indiretamente obtidos* - constituem os indicadores de consumo, entre os quais o consumo *per capita* (Capítulo 5).

- **Consumo mensal**

O consumo mensal é calculado pela diferença entre leituras de consumo de dois meses consecutivos, realizadas em intervalos de 30 a 31 dias, e expresso, normalmente em m³/mês.

- **Indicadores de consumo - Consumo *per capita***

O indicador de consumo é calculado pelo quociente do consumo pelo número de agentes consumidores. No caso do consumo *per capita*, o indicador pode ser expresso em L/dia/pessoa, L/dia/leito, L/dia/visitante, entre outros.

OLIVEIRA (1999) apresenta algumas definições úteis no tratamento dos dados dos indicadores de consumo mais empregados:

- *Agente consumidor*: “variável mais representativa do consumo de água em um sistema, a qual depende não só da tipologia do edifício mas, também das características funcionais do sistema”, como por exemplo:
 - Edifício de escritórios - pessoas (ocupantes),
 - Escolas - alunos,
 - Hospital - leitos funcionando (leitos ocupados por pacientes), pessoas (população fixa ou população total),
 - Restaurante e cozinha industrial - refeições preparadas;
- *População fixa*: “aquela que é usuária do sistema com frequência e permanência contínua, portanto sem a consideração dos usuários que estão de férias ou afastados;
- *População flutuante*: “aquela que utiliza o sistema eventualmente, sem frequência ou horários fixos”.

GONÇALVES (2002) apresenta dados indicativos de consumo *per capita* em algumas tipologias de uso, reproduzidos na *Tabela 6.8.2.1*. Nestes casos, geralmente considera-se a população fixa como agente consumidor.

Tabela 6.8.2.1 - Consumos *per capita* para diferentes tipologias de uso

<i>Edifício</i>	<i>Consumo per capita (L/dia/pessoa)</i>
Alojamento provisório	80
Apartamento	200
Asilo, orfanato	150
Edifício público, comercial ou com escritório	50
Escola - externato	50
Escola - internato	150
Escola - semi-internato	100
Quartel	150
Residência popular ou rural	120
Residência	150

Fonte: Elaborado a partir de GONÇALVES (2002)

Para algumas tipologias, entretanto, a população fixa não é o agente consumidor mais adequado, o que melhor expressa o consumo do local. Para estes casos, GONÇALVES apresenta outros indicadores de consumo (*Tabela 6.8.2.2*).

Tabela 6.8.2.2 - Indicadores de consumo para diferentes tipologias de uso

<i>Edifício</i>	<i>Valor</i>	<i>Indicador de consumo</i>
Cinema e teatro	2	L/dia/lugar
Garagem	50	L/dia/automóvel
Hospital	250	L/dia/leito
Hotel (sem cozinha, sem lavanderia)	120	L/dia/hóspede
Jardim	1,5	L/dia/m ² de área
Lavanderia	30	L/dia/kg roupa seca
Mercado	5	L/dia/m ² de área
Restaurante e similares	25	L/dia/refeição

Fonte: Elaborado a partir de GONÇALVES (2002)

- **Perfil de vazões**

O perfil de vazões é a representação gráfica das vazões ao longo do tempo. A adoção de instrumentos de gestão da demanda de água como a telemedição permite o

lançamento de um grande número de dados e a definição de um perfil de vazões detalhado.

A *Figura 6.8.2.1* ilustra o perfil de vazões de uma ligação de água em dois momentos distintos, permitindo a obtenção de informações como:

- Patamares mínimos de consumo noturno (que foram reduzidos do primeiro para o segundo, em função da eliminação de um vazamento);
- O regime de enchimento do reservatório - tempo de enchimento e vazões (visível no segundo gráfico, no qual não há influência do vazamento).

Figura 6.8.2.1 - Gráficos de perfil de vazões

Desta forma, através da comparação entre perfis levantados em meses distintos pode-se também medir o impacto do Programa.

6.8.3 Benefício econômico

O impacto do Programa pode-se ser medido não só pela redução do consumo de água, mas também pelo benefício econômico decorrente.

Ainda segundo OLIVEIRA (1999), pode-se definir:

- *Payback (período de retorno)*: “número de períodos - anos, meses, dias ou outro período de tempo definido - necessários para recuperar o investimento nominal despendido em um projeto, que nesse caso trata-se da adequação de sistemas hidráulicos com o objetivo de reduzir o consumo de água”.

Mas, nem sempre dispõe-se de dados discriminados o suficiente ao longo do tempo para o cálculo do *payback*. Nestes casos pode-se determinar o benefício acumulado ao longo do tempo (redução no valor pago pela conta de água/esgoto), considerando os valores corrigidos para valores presentes, e compará-lo com o custo total do Programa.

O *Capítulo 8*, retoma e aprofunda algumas das questões levantadas neste *Capítulo 6* ao expor os resultados do PURA-USP, principalmente quanto ao impacto - redução do consumo de água.

7 O PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Neste capítulo apresenta-se o Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP), em sua implementação no *campus* da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO).

7.1 Histórico

Em 1998, no contexto do macroprograma 6 do PURA - Programas Específicos de Economia de Água em Diferentes Tipos de Edifícios (não habitacionais), deu-se início ao PURA-USP como estudo de caso em *campus* universitário (*Apêndice I*).

Para tanto, foi assinado um Convênio entre a USP e a SABESP, em 1997, incluindo:

- *Protocolo de Intenções de Cooperação Técnica*: para desenvolvimento de ações de uso racional da água;
- *Plano de Trabalho*: definidos serviços a serem executados, condições da execução (atendimento às exigências da Norma NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção), prazos, materiais, forma de medição, recebimento e estimativa de custos;
- *Contrato de Tarificação de Entidade Pública*: como parte deste Contrato, a Universidade comprometia-se a manter-se em dia com os pagamentos relativos aos serviços de água e esgoto (acertando inclusive débitos anteriores) e a implantar o Programa em contrapartida à concessão de um desconto de 25% no valor da tarifa. Esta “Tarifa pública com contrato”, que é aplicada a entidades públicas que se propõem a implantar o PURA, possibilita o custeio das intervenções.

Naquela ocasião, estimava-se um potencial de redução de 20% a 30% do consumo de água das Unidades da USP.

Por questões administrativas, para a realização das intervenções (como eliminação de vazamentos e substituição de equipamentos) a USP contratou a SABESP, que por sua vez contratou empresas terceirizadas.

Estas intervenções foram aplicadas às Unidades da USP segundo Fases, conforme apresentado na seqüência.

Em termos institucionais, em atendimento ao Decreto Estadual de 15 de maio de 2001, que institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável nas entidades direta ou indiretamente controladas pelo Estado, foram lançadas, pela Reitoria da USP, duas Portarias em 21 de junho de 2001:

- *GR nº 3290 (USP, 2001a)*: formaliza a criação do PURA-USP, tendo este “finalidade de estabelecer diretrizes, propor atuações, avaliar e gerenciar o uso da água na Unidades e Órgãos da USP, objetivando a redução de consumo através de ações de caráter tecnológico e comportamental”;
- *GR nº 3291 (USP, 2001b)*: informa a necessidade de medidas de economia de água de modo a atender a meta de 20%, atendendo ao decreto estadual e indica a necessidade de definição em cada Unidade e Órgão de um gestor (dentre os membros da Comissão PURA-Unidade).

O ano de 2003 foi um ano de mudanças para o PURA-USP. Neste ano, o Programa, que até então estava vinculado à Coordenadoria de Administração Geral da USP (CODAGE), passou a estar vinculado à Coordenadoria do Espaço Físico da USP (COESF).

- **Fase 1 (1998/1999) e Fase 2 (2000/2001)**

Nestas Fases foram contempladas as Unidades localizadas na Cidade Universitária, respectivamente, as 7 Unidades que representavam cerca de 50% do consumo de água do *campus* (contemplando diferentes tipologias de uso - laboratorial, misto, humano e hospitalar) e as demais 21 Unidades (*Figuras 7.1.1 e 7.1.2*).

Fonte: USP (2004)

Figura 7.1.1 - Cidade Universitária - vista aérea e Praça do Relógio

Figura 7.1.2 - Algumas das Unidades da Cidade Universitária - RUSP, EP, IME, FEA, IO e HU

- **Fase 3 (2002)**

Durante a Fase 3, sofreram intervenções as Unidades da USP externas ao *campus*, mas ainda localizadas na cidade de São Paulo, num total de 9 Unidades (*Figura 7.1.3*). Nesta Fase foram incluídas: Faculdade de Direito, Faculdade de Medicina, Faculdade de Saúde Pública, Escola de Enfermagem, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Maranhão, Museu Paulista, Museu de Zoologia, Estação Ciência e Centro Universitário Maria Antônia (estas duas últimas ligadas à Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária). Foram incluídas, ainda, outras duas edificações localizadas na Cidade Universitária, mas que não haviam sido contempladas nas

Fases anteriores: Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional (vinculada à Faculdade de Medicina) e a Central Telefônica - USP. As atividades foram desenvolvidas de maio a dezembro de 2002, sendo que as primeiras Unidades a sofrerem intervenção foram a Faculdade de Medicina e a Faculdade de Direito, devido à expectativa de maior retorno das ações em termos de economia de água.

- **Fase 4 (2003/2004)**

No interior de São Paulo, a USP possui *campi* nas cidades de Bauru, Piracicaba, Pirassununga, Ribeirão Preto e São Carlos (*Figura 7.1.3*). Em 2003, deu-se início ao levantamento das características das Unidades localizadas nestes *campi*, tendo sido Pirassununga e Ribeirão Preto os primeiros *campi* nos quais se realizaram reuniões e visitas técnicas. Apesar das medidas isoladas de uso racional, que já vêm sendo adotadas como a instalação de equipamentos economizadores, permanece a necessidade de implantação do Programa de forma estruturada e coordenada, e respeitando-se as particularidades de cada *campus*.

Sabe-se, *a priori*, que estas Unidades possuem características bem diferentes das do *campus* da capital: tipo de abastecimento, medição e reservação de água, tipologia e frequência de uso, quantidade e qualidade requeridas da água para diferentes usos (uso humano e para lavagem de animais, por exemplo), equipamentos sanitários existentes e outros especiais (além de destiladores, contam com equipamentos para irrigação de lavouras, por exemplo), entre outras.

As questões do abastecimento de água e da coleta, tratamento e despejo de esgoto (esta última não incluída no escopo do PURA-USP) são as mais preocupantes nestas Unidades. Ao contrário da capital, onde o serviço de abastecimento de água do *campus* é realizado por concessionária pública, no interior quase todo o abastecimento é realizado por poços, localizados dentro dos *campi*, ou por captação superficial (de uma mina, por exemplo), sem a intervenção de empresa externa (pública ou privada). Desta forma, o apelo econômico do uso racional da água acaba tornando-se com pouco efeito, em função dos baixos custos envolvidos nestes

processos de abastecimento e no de tratamento (energia para bombeamento, insumos para cloração, neutralização do pH ou outros). Por outro lado, o maior uso de água implica na maior geração de esgoto e este requer coleta, tratamento e despejo adequados. Economizar água significa, portanto, economizar insumos e recursos para também estes processos.

Figura 7.1.3 - Faculdade de Medicina e *campus* de Pirassununga

7.2 Planejamento do PURA-USP

Conforme apresentado no *Capítulo 4*, a implantação de um Programa de Uso Racional da Água deve ser precedida pela verificação da motivação do Programa, a definição de seus objetivos, o aprofundamento do diagnóstico da situação existente e, finalmente, a definição da estrutura de trabalho que será utilizada. Estas definições constituem o planejamento do Programa e delas depende seus resultados.

7.2.1 Motivação

Em 1997, as Unidades da CUASO apresentavam, em média, um consumo de água de 150 mil m³/mês, o que representava um gasto de mais de um R\$ 1 milhão por mês, referente ao abastecimento de água e coleta de esgoto. Considerando todas as Unidades da USP, este gasto totalizava R\$ 1,46 milhões por mês, o que significava

uma participação da água dentro dos gastos com Concessionárias de 16,79% das despesas de custeio (excetuando-se pessoal e investimento da USP), contra 8,26% de energia elétrica e 4,87% de telefonia (CODAGE, 2004).

Esta expressiva participação, aliada ao interesse da Universidade em promover pesquisas, justificava a implantação de um Programa de Uso Racional de Água. Por outro lado, era de interesse da Concessionária Pública implantar em uma de suas maiores consumidoras, a Cidade Universitária, um programa desta natureza (que já vinha sendo implantado, com sucesso, em outros locais) e permitir a disponibilização de água para um número maior de usuários.

7.2.2 Objetivos

Com a implantação do Programa, três eram os objetivos principais:

- Reduzir o consumo de água e manter o perfil de consumo reduzido ao longo do tempo;
- Implantar um sistema estruturado de gestão da demanda de água; e
- Desenvolver uma metodologia que pudesse ser aplicada futuramente em outros locais.

Para atingir tais objetivos foram adotadas ações tecnológicas, de mobilização e de gestão, e pretende-se ainda, como ação econômica, que futuramente as Unidades sejam responsáveis pelo pagamento de seu consumo excedente. Seria determinada uma cota de consumo para cada uma, em função de valores históricos e o pagamento do consumo excedente ficaria a cargo da Unidade. Desta forma, esta teria interesse em assumir a gestão da demanda da água e em dar continuidade às ações de uso racional.

7.2.3 Situação

7.2.3.1 A Universidade de São Paulo e a Cidade Universitária

A USP é a maior universidade pública do Brasil, desenvolvendo suas atividades de ensino, pesquisa e extensão em Unidades localizadas na capital do Estado de São Paulo (internas e externas à Cidade Universitária) e em outras Unidades no interior, além de centros de pesquisa distribuídos no Estado.

Autarquia de regime especial, com autonomia didático-científica, administrativa, disciplinar e de gestão financeira e patrimonial, criada através do Decreto 6283, de 25 de janeiro de 1934, a Universidade de São Paulo, tem como fins (USP, 1988):

- “I - promover e desenvolver todas as formas de conhecimento, por meio de ensino e da pesquisa;
- II - ministrar o ensino superior visando à formação de pessoas capacitadas ao exercício da investigação e do magistério em todas as áreas do conhecimento, bem como à qualificação para as atividades profissionais;
- III - estender à sociedade serviços indissociáveis das atividades de ensino e de pesquisa.”

Conforme descrito no *Capítulo 6*, MARQUES (1998) apresenta em seus estudos a relação entre a Cidade de São Paulo e o *campus* universitário da USP.

Para tanto, a autora fez um breve histórico da Cidade Universitária, notadamente sobre seus elementos de planejamento:

- “O plano geral da Cidade Universitária da USP foi elaborado em 28 de março de 1949, conforme Ernesto de Souza Campos (1954)”;
- “Por volta de 1934, quase todas as escolas de nível superior que constituíam a Universidade de São Paulo estavam instaladas em prédios adaptados e diversos em pleno centro urbano”;
- “A idéia e configuração de Campus - Cidade Universitária para a Universidade de São Paulo deveria ser semelhante às já adotadas na Europa e Estados Unidos.

O tamanho da área, por exemplo, seguiria os moldes de várias universidades americanas, ‘não inferior a 200 alqueires paulistas’” (CAMPOS, 1954 *apud* MARQUES, 1998);

- “A planificação da Cidade Universitária estendeu-se por quase 20 anos... Desta maneira, o projeto de construção da Cidade Universitária, a localização, o plano de uso, ocupação do solo, sistema viário, circulação e outros relacionados, só foram retomados em 1941, com o Decreto Estadual...que reservava para a Cidade Universitária toda a área compreendida entre a adutora de Cotia e o ribeirão Jaguaré, com cerca de 170 alqueires paulistas (cerca de 4.000.000 m²)”;
- “Em 1944... expedido o Decreto... desapropriando 1.800.000 m² na zona compreendida entre a nova e a velha estrada de Itu, completando-se assim os 200 alqueires paulistas... destinados às Cidade Universitária”;
- “Neste mesmo ano, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, pertencente à Escola Politécnica, iniciou, com recursos próprios, a construção dos seus Laboratórios de Ensaios, na Cidade Universitária”;
- “Desta maneira, em 1945, foi promovido um concurso de idéias para o Plano de implantação da Cidade Universitária...”, mas, “O Plano Geral da Cidade Universitária.... foi elaborado em 28 de março de 1949...”;
- “...entre 1951 e 1954... houve o que foi considerado uma fase áurea da USP, com verbas e obras em andamento...” (USP, 1985 *apud* MARQUES, 1998);
- “O replanejamento do campus deu-se a partir de 1956... orientação... antigo Escritório Técnico da Cidade Universitária”;
- “Em 1961... o escritório técnico da Cidade Universitária é transformado em Fundo de Construção da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira - o atual FUNDUSP....”;
- “Em 1969, o FUNDUSP deixou de executar as obras por administração própria, passando a construir em regime de empreitada, através de contrato com empresas privadas. No ano seguinte foi criada a Prefeitura da Cidade Universitária, para administrar e conservar as áreas comuns do campus (circulação viária, estacionamento, áreas verdes, outros), externas aos edifícios”;
- “No início da década de 80, a Cidade Universitária, em função da crise econômica e financeira do país, sofreu uma significativa redução no ritmo de

suas obras. Somente na segunda metade dessa década, em 1988, com o financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID... para a ampliação e construção de prédios na CUASO, é que as obras tomaram novo impulso...”

- “Em março de 1989, em função do Programa BID/USP, foi delineado pelo FUNDUSP, agora, com atribuições de gestão de todos os campus pertencentes à Universidade de São Paulo, o Plano de Desenvolvimento Físico dos Campi”.

Quanto a área do *campus*, MARQUES (1998) registra que apesar da total do terreno ser de 5.117.294 m², a área efetivamente ocupada pela USP é de 4.175.054 m², em função de áreas que foram cedidas, algumas em regime de comodato, outras parcial de comodato, outras só para acesso e até casos de desapropriação. Entre as áreas cedidas incluem-se: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Casa da Cultura Japonesa, Paço das Artes, Redes Bancárias, subestação da Eletropaulo, Cia Brasileira de Cimento Portland (ABCP), escola Estadual de 1º e 2º graus “Dona Clorinda Dante”, IPT, Academia de Polícia do Estado de São Paulo, Centro de Pesquisa e Amparo aos Municípios (CEPAM - acesso), Instituto Butantã (acesso) e Favela São Remo.

A autora acrescenta que, além das Unidades de ensino e pesquisa e Unidades de Direção, o *campus* abriga o “Hospital Universitário, um anfiteatro de convenções, um centro de práticas esportivas, um restaurante central, dois museus e outros ligados às unidades, lanchonetes, creches, viveiro de plantas, reserva ecológica, a Rádio Universidade, a TV Educativa, uma editora, um conjunto habitacional, banco, correio, farmácia, escola de 1º e 2º graus”.

A autora conclui que, considerando o período estudado, “a relação entre o campus e a cidade, passa por profundas transformações urbanas e que neste processo CUASO se insere gradualmente na malha urbana”.

A *Tabela 7.2.3.1.1* apresenta algumas características gerais da Cidade Universitária, quanto a população fixa, área edificada e número de edificações.

Tabela 7.2.3.1.1 - Características gerais das Unidades da Cidade Universitária

<i>Unidade</i>	<i>População fixa (pessoas)</i>	<i>Área edificada (m²)</i>	<i>Edificações (unidades)</i>
<i>Fase 1</i>	31.727	340.293	70
<i>Fase 2</i>	23.214	384.693	144
<i>Total</i>	54.941	724.986	214

Fonte: Elaborado a partir de USP (2003) & (EPUSP, 1998/2003)

Nos *Anexos A e B* são apresentadas respectivamente, a evolução das áreas e das populações de cada uma das Unidades, de 1998 a 2002, assim como a variação percentual ocorrida.

Verifica-se quanto à área, um crescimento inferior a 1% nas Unidades da Fase 1 e de cerca de 5% na Fase 2.

Já quanto à população, incluindo-se alunos de graduação e de pós-graduação, docentes, funcionários, pesquisadores e outros, o crescimento foi de quase 10% nas Unidades da Fase 1 e de quase 3% nas demais.

A planta da Cidade Universitária, com suas edificações e ligações de água, está disponível no *Anexo C*.

7.2.3.2 Sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário na Cidade Universitária

Todo suprimento de água do *campus* é realizado pela rede de serviço de abastecimento da concessionária pública que, na Cidade de São Paulo, é a SABESP.

Existem oito poços artesianos, a maioria deles desativados, cuja operação dependeria não só da garantia da adequada qualidade da água, mas também do estabelecimento da gestão de sua operação e manutenção, incluindo a elaboração de rotinas e de procedimentos e a definição de responsabilidades.

A *Figura 7.2.3.2.1* ilustra um dos abrigos de medição setorizada instalado no *campus* (identificado através de uma faixa laranja) e de um dos poços (identificado em azul

por ser tarifado pela SABESP). No caso deste último, paga-se apenas a tarifa relativa ao esgoto.

Fonte: TAMAKI (2003)

Figura 7.2.3.2.1 - Cavalete de setorização e cavalete de tarifação de poço artesiano desativado

Desde a construção da maioria das edificações, os sistemas não sofreram intervenções significativas, verificando-se diversos tipos de concepções, instalações e estados de conservação.

Quanto à operação e manutenção dos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário hidráulicos existentes no *campus*, aqueles localizados em áreas internas às Unidades são responsabilidade da equipe de manutenção destas ou da Coordenadoria do Espaço Físico da USP (COESF), sendo de responsabilidade da Prefeitura da Cidade Universitária (PCO), as externas. As equipes são reduzidas e não há manutenção preventiva, encontrando-se apenas algumas iniciativas isoladas de Gerenciamento de Facilidades, como criação e controle *on-line* de ordens de serviço.

A COESF, segundo USP (2002b) “é o órgão da Universidade que organiza e sistematiza todas as atividades relacionadas ao Espaço Físico de todas as *Unidades e campi* da Universidade de São Paulo”, tendo por objetivos:

- “executar a política de ocupação das áreas físicas dos *campi* da USP definida e aprovada pelo seu Conselho, bem como elaborar e implementar a proposta do plano plurianual de obras da USP;

- coordenar e orientar o sistema de manutenção predial dos próprios da USP.”

A PCO, por sua vez, possui dois Departamentos, cada qual contando com algumas divisões (USP, 2004), um Administrativo - incluindo Divisão de Serviços Administrativos, Administrativa de Pessoal e Serviços Auxiliares, de Serviços e Apoio, de Operações de Vigilância e Segurança; e outro Técnico - incluindo Divisão de Manutenção de Áreas Verdes e Serviços de Apoio, de Instalações Elétricas, de Manutenção de Áreas Comuns, de Telecomunicações, de Divisão de Planejamento e Desenvolvimento.

A manutenção das áreas externas é realizada pela Divisão de Manutenção de Áreas Comuns, do Departamento Técnico, desenvolvendo “atividades de manutenção e pequenas reformas de engenharia civil nas áreas externas, tais como reparos de instalações hidráulicas, sinalização viária, pavimentação e calçamento; gerenciamento de obras que necessitem de contratação de terceiros”. Na área de Hidráulica, “executa reparos em áreas externas, onde a SABESP não atua, tais como: reparos, desobstrução e limpeza em redes de água potável, águas pluviais e esgotos”.

Para se ter uma idéia da dimensão de atuação da PCO, o *campus* possui uma área de 4.173.644 m², sistema viário com cerca de 60 km de vias (das quais 30 km são pavimentadas), 14.000 vagas nos estacionamentos, 30.000 veículos/dia (muitos dos quais somente só utilizam o *campus* como passagem), área de preservação permanente de 354.651 m², áreas verdes com equipamentos esportivos de 36.933 m², e áreas verdes comuns ajardinadas de 1.300.000 m².

A *Tabela 7.2.3.2.1* apresenta características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Cidade Universitária e a *Figura 7.2.3.2.2* a distribuição de equipamentos sanitários preexistentes, cadastrados na etapa de pré-implantação do Programa.

Tabela 7.2.3.2.1 - Características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Cidade Universitária

<i>Unidade</i>	<i>Pontos de utilização (unidades)</i>	<i>Reservatórios (unidades)</i>	<i>Extensão de rede externa cadastrada * (m)</i>	<i>Consumo de água - média no 2ºsem98. (m³/mês)</i>
<i>Fase 1</i>	8.302	154	10.201	81.147
<i>Fase 2</i>	10.879	313	26.636	56.734
Total	19.181	467	36.837	137.881

Fonte: EPUSP (1998/2003) & SABESP (1999/2002)

* Inclui rede de incêndio

Fonte: Elaborado a partir de EPUSP (1998/2003)

Figura 7.2.3.2.2 - Distribuição de equipamentos sanitários preexistentes nas Unidades da Cidade Universitária

Vale observar que, quanto ao sistema de descarga nas Unidades da Fase 1, tem-se 64,0% de válvulas de descarga e 36,0% de caixas acopladas, nas Unidades da Fase 2, 65,7% e 34,3%, totalizando 65,1% de válvulas e 34,9% de caixas.

7.2.3.3 Usos da água na Cidade Universitária

Os usos e as conseqüentes qualidades exigidas das águas na Cidade Universitária são os mais variados:

- Consumo humano: dessedentação, higienização, preparação de alimentos;

- Consumo animal: dessedentação, higienização, preparação de alimentos;
- Sistemas laboratoriais: diversos equipamentos (como os destiladores);
- Sistemas de refrigeração;
- Práticas de esportes: piscinas (prática de natação), raia olímpica (prática de remo);
- Rega: rega dos jardins e plantas do viveiro de plantas;
- Limpeza: limpeza de pátios;
- Lavagem de veículos: veículos oficiais da USP e ônibus circulares;

7.2.4 Estruturação

A *Figura 7.2.4.1* apresenta o organograma atual do PURA-USP e a *Tabela 7.2.4.1*, as responsabilidades de seus membros.

¹ Em 2003, a Coordenadoria do Espaço Físico da USP (COESF) assumiu as funções do antigo Fundo de Construção da USP (FUNDUSP) e incorporou a coordenação executiva dos programas de uso racional de insumos, entre eles o PURA-USP

Figura 7.2.4.1 - Organograma do PURA-USP

Tabela 7.2.4.1 - Atribuição de responsabilidades do PURA-USP

<i>Entidade</i>	<i>Responsabilidades</i>
<i>Reitoria da USP (1)</i>	Implantação do Programa em suas Unidades.
	Nível Estratégico - Planejamento e coordenação das ações (3 e 5, através de 4 e 6), viabilização administrativa e financeira (8).
<i>Comissão PURA-USP (2)</i>	Nível Tático e Operacional - Especificações e controles tecnológicos dos equipamentos utilizados, gestão da demanda de água, além de interface entre os envolvidos (7); contratação das empresas responsáveis pelas intervenções (eliminações, substituições, etc.), controle e fiscalização dos serviços (3 e 9); além da compra dos equipamentos (3).
<i>Comissão PURA-Unidade (10)</i>	Interface de comunicação dentro de cada Unidade, auxiliando na programação das atividades (interrupção do abastecimento de água, interdição dos sanitários, etc.) e resolução de problemas, através de representantes junto aos docentes e pesquisadores (11), Diretoria (12) e Setor de Manutenção (13).

Fonte: Elaborado a partir de SILVA; TAMAKI; GONÇALVES (2002)

7.3 Implantação do PURA-USP na Cidade Universitária

7.3.1 Fases de implantação

7.3.1.1 Fase 1

Foram contempladas 7 Unidades do *campus* (8 se o Centro de Computação Eletrônica fosse considerado independente e não em conjunto com a Escola Politécnica, como foi adotado pelo Programa, por questões executivas) escolhidas por serem as maiores consumidoras de água, conforme levantamento pré-implantação, e por representarem diferentes tipologias de uso. A *Tabela 7.3.1.1.1* apresenta as Unidades da Fase 1, assim como seus códigos internos à USP e siglas.

Tabela 7.3.1.1.1 - Unidades da Fase 1

03 EP - Escola Politécnica
08 FFLCH - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
09 FCF - Faculdade de Ciências Farmacêuticas
12 FEA - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
42 ICB - Instituto de Ciências Biomédicas
46 IQ - Instituto de Química
62 HU - Hospital Universitário
70 CCE - Centro de Computação Eletrônica

Em meados de 1998, começaram as intervenções que vieram a terminar no início de 2000, conforme cronograma de atividades em anexo (*Anexo E*). Para realizar atividades como substituição de equipamentos e eliminação de vazamentos foi contratada uma empresa terceirizada pela SABESP.

As *Tabelas 7.3.1.1.2 e 7.3.1.1.3* apresentam características gerais das Unidades da Fase 1 (população fixa, área edificada e número de edificações), de seus sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário.

Tabela 7.3.1.1.2 - Características gerais das Unidades da Fase 1

<i>Unidade</i>	<i>População fixa (pessoas)</i>	<i>Área edificada (m²)</i>	<i>Edificações (unidades)</i>
03 EP	8.195	141.734	27
08 FFLCH	13.285	39.276	4
09 FCF	1.594	18.230	7
12 FEA	4.080	28.941	6
42 ICB	1.221	38.648	5
46 IQ	1.351	33.074	17
62 HU	1.836	36.000	2
70 CCE	165	4.390	2
Total	31.727	340.293	70

Fonte: Elaborado a partir de USP (2003) & (EPUSP, 1998/2003)

Tabela 7.3.1.1.3 - Características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Fase 1

<i>Unidade</i>	<i>Pontos de utilização (unidades)</i>	<i>Reservatórios (unidades)</i>	<i>Extensão de rede externa cadastrada ⁽¹⁾ (m)</i>	<i>Consumo de água - média no 2º sem. 98 (m³/mês)</i>
03 EP	1.744 ⁽²⁾	88	4.585	17.404
08 FFLCH	658	19	445	4.423
09 FCF	425	6	585	456
12 FEA	641	13	935	2.750
42 ICB	1.417	10	600	6.633
46 IQ	1.415	9	889	25.432
62 HU	2.002	5	2.042	23.245
70 CCE	-	4	120	805
Total	8.302	154	10.201	81.147

Fonte: Elaborado a partir de EPUSP (1998/2003) & SABESP (1999/2002)

⁽¹⁾ Inclui rede de incêndio, ⁽²⁾ Inclui CCE

A *Figura 7.3.1.1.1* apresenta a distribuição de equipamentos sanitários preexistentes, cadastrados na pré-implantação do PURA-USP.

Fonte: Elaborado a partir de EPUSP (1998/2003)

Figura 7.3.1.1.1 - Distribuição de equipamentos sanitários preexistentes nas Unidades da Fase 1

Em anexo são apresentados, para cada uma das Unidades da Cidade Universitária (Fases 1 e 2) o levantamento dos pontos de utilização (equipamentos preexistentes) e as características das ligações de águas, tais como as áreas por elas abastecidas (*Anexos F e G*, respectivamente).

7.3.1.2 Fase 2

A Fase 2 contemplou as demais 21 Unidades do *campus* (*Tabela 7.3.1.2.1*).

Tabela 7.3.1.2.1 - Unidades da Fase 2

01 RUSP - Reitoria da USP
04 IEE - Instituto de Eletrotécnica e Energia
10 FMVZ - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
14 IAG - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
16 FAU - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
21 IO - Instituto Oceanográfico
23 FO - Faculdade de Odontologia
27 ECA - Escola de Comunicação e Arte
32 MAC - Museu de Arte Contemporânea
35 COSEAS - Coordenadoria de Assistência Social
39 EEFE - Escola de Educação Física e Esporte
41 IB - Instituto de Biociências

Tabela 7.3.1.2.1 - Unidades da Fase 2 (continuação)

43 IF - Instituto de Física
44 IGc - Instituto de Geociências
45 IME - Instituto de Matemática e Estatística
47 IP - Instituto de Psicologia
48 FE - Faculdade de Educação
49 PCO - Prefeitura da Cidade Universitária
56 CCS - Coordenadoria de Comunicação Social
63 CEPEUSP - Centro de Práticas Esportivas da USP
71 MAE - Museu de Arqueologia e Etnologia

As atividades desta Fase 2 iniciaram-se em julho de 2000 e conforme previsão, foram concluídas em julho de 2001, com exceção do Instituto de Biociências, no qual as atividades estenderam-se até setembro, conforme cronograma apresentado no *Anexo E*. Nesta fase, a SABESP contou com duas empresas contratadas, dividindo-se os serviços por tipo de atividade.

Para a avaliação dos resultados das ações, pode-se tomar por base o período de eliminação dos vazamentos em redes e a substituição de equipamentos por modelos economizadores (torneiras por modelos de fechamento automático e bacias sanitárias com caixa de descarga por modelos com volume de descarga reduzido, entre outros), em cada uma das Unidades.

De forma geral, observa-se uma defasagem inicial de quatro meses entre estas atividades, duração de dez para a primeira e onze para a segunda, e, finalmente, um pico de atividades entre janeiro e junho de 2001. Dentro de cada Unidade nota-se que a substituição dos equipamentos foi realizada de forma mais contínua que a eliminação dos vazamentos, pois nesta última há um maior grau de incertezas (traçado e estado das redes, vazamentos novos, etc.).

As *Tabelas 7.3.1.2.2, 7.3.1.2.3* apresentam características gerais das Unidades da Fase 2 (população fixa, área edificada e número de edificações), de seus sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário.

Tabela 7.3.1.2.2 - Características gerais das Unidades da Fase 2

<i>Unidade</i>	<i>População fixa (pessoas)</i>	<i>Área edificada (m²)</i>	<i>Edificações (unidades)</i>
01 RUSP	774	32.546	10
04 IEE	123	8.798	9
10 FMVZ	1.210	27.074	22
14 IAG	532	10.660	3
16 FAU	2.275	19.013	3
21 IO	383	14.181	1
23 FO	1.734	20.896	7
27 ECA	3.316	22.852	8
32 MAC	101	4.734	2
35 COSEAS	536	43.082	18
39 EEFE	785	9.461	1
41 IB	1.747	24.073	9
43 IF	2.499	35.848	16
44 IGc	786	15.571	1
45 IME	2.175	13.866	3
47 IP	1.503	14.985	6
48 FE	1.822	21.212	5
49 PCO	513	16.410	8
56 CCS	174	5.651	2
63 CEPEUSP	150	20.441	6
71 MAE	76	3.339	4
Total	23.214	384.693	144

Fonte: Elaborado a partir de USP (2003) & (EPUSP, 1998/2003)

Tabela 7.3.1.2.3 - Características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Fase 2

<i>Unidade</i>	<i>Pontos de utilização (unidades)</i>	<i>Reservatórios (unidades)</i>	<i>Extensão de rede externa cadastrada* (m)</i>	<i>Consumo de água - média no 2º sem. 99 (m³/mês)</i>
01 RUSP	640	21	5.858	7.456
04 IEE	141	14	1.034	228
10 FMVZ	946	39	1.601	2.288
14 IAG	86	2	46	243
16 FAU	305	7	284	1.180
21 IO	272	9	198	589
23 FO	731	6	454	2.653
27 ECA	484	5	1.080	2.703
32 MAC	54	6	199	270
35 COSEAS	2.257	27	1.684	13.853
39 EEFE	229	5	1.054	813
41 IB	948	27	661	3.225
43 IF	731	33	1.063	3.458
44 IGc	469	3	620	2.752
45 IME	215	10	961	2.047
47 IP	262	21	497	2.361
48 FE	581	5	1.088	1.655

Tabela 7.3.1.2.3 - Características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Fase 2 (continuação)

<i>Unidade</i>	<i>Pontos de utilização (unidades)</i>	<i>Reservatórios (unidades)</i>	<i>Extensão de rede externa cadastrada* (m)</i>	<i>Consumo de água - média no 2ºsem.99 (m³/mês)</i>
49 PCO	321	41	2.000	3.574
56 CCS	276	7	141	1.522
63 CEPEUSP	793	10	5.740	3.691
71 MAE	138	15	373	174
Total	10.879	313	26.636	56.734

Fonte: Elaborado a partir de EPUSP (1998/2003) & SABESP (1999/2002)

* Inclui rede de incêndio

A Figura 7.3.1.2.1 apresenta a distribuição de equipamentos sanitários preexistentes, cadastrados na pré-implantação do PURA-USP.

Fonte: Elaborado a partir de EPUSP (1998/2003)

Figura 7.3.1.2.1 - Distribuição de equipamentos sanitários preexistentes nas Unidades da Fase 2

7.3.2 Atividades pré-implantação

Foi assinado, entre a USP, através do Fundo de Construção da USP (FUNDUSP, atual COESF), e a SABESP, o Contrato de prestação de serviços técnicos para a implantação do PURA. Para a execução das atividades foram contratadas, por esta

concessionária, uma empresa para a Fase 1 e duas, para a Fase 2, conforme exposto anteriormente.

Definidas as Unidades a serem contempladas nas Fases 1 e 2 e constituídas as Comissões PURA-Unidade, foram realizadas reuniões com cada uma destas antes das intervenções.

Além dos contatos entre a os membros da Comissão PURA-USP, com as Comissões PURA-Unidade, com a SABESP (e suas subcontratadas), foram importantes as parcerias com fabricantes de equipamentos e sistemas, centralizando esforços para o desenvolvimento de tecnologia.

7.3.3 Implantação e suas etapas

A exemplo da metodologia apresentada no *Capítulo 4*, conforme respectivo fluxograma (*Figura 4.1*), a implantação do Programa apresentou as etapas seguintes.

7.3.3.1 Etapa 1 - Diagnóstico geral

O levantamento dos dados da Fase 1 foi realizado pela Equipe Técnica PURA-USP, em 1998, sendo revisados na sequência pela empresa contratada pela SABESP para as intervenções, já no escopo da Etapa 3.

Na Fase 2, pelo número de Unidades envolvidas, optou-se pela realização dos levantamentos por parte de pessoal da própria Unidade, o que ocorreu em 2000. Após estes levantamentos parciais, a totalização foi realizada pela Equipe Técnica PURA-USP, sendo, assim como na Fase 1, revisada pelas empresas contratadas.

Em anexo é apresentada a distribuição dos pontos de utilização cadastrados em cada fase, segundo o tipo de equipamento sanitário existente, totalizando 8.302 pontos de água na Fase 1 e 10.879 na Fase 2, num total de 19.181 (exceto pontos especiais), o que permite avaliar o volume de trabalho envolvido (*Anexo F*).

Este diagnóstico geral permitiu a definição do escopo do serviço e a confirmação da ordem das intervenções (ações e Unidades), de modo a potencializar os resultados.

7.3.3.2 Etapa 2 - Redução de perdas físicas

Esta etapa contemplou ações na rede externa de água e nos reservatórios:

- Atualização do cadastro;
- Detecção de vazamentos - trecho entre o hidrômetro e os reservatórios inferior e superior;
- Eliminação de vazamentos, segundo critérios predefinidos de intervenção:
 - Redes - substituição do segmento danificado ou substituição do trecho total do tubo e interligações,
 - Reservatórios - regulagem ou substituição da válvula bóia e reparo em tubulações com vazamentos (não incluindo alterações estruturais);
- Realização de testes de estanqueidade.

a) Atualização do cadastro de redes externas e reservatórios

As alterações em relação ao cadastro original, quanto ao traçado e às características das redes (diâmetros, materiais, estado de conservação, etc.), conforme levantadas *in loco*, foram lançadas nas plantas originais e encaminhadas ao FUNDUSP (atual COESF), assim como os detalhes correspondentes (croquis de amarração). Foram observadas algumas falhas neste cadastramento quando da realização das atividades de setorização, notadamente quanto o traçado de redes (algumas não conferiam com o registrado).

b) Detecção e eliminação de vazamentos em redes externas

A detecção de vazamentos na rede externa das Unidades da Fase 1 iniciou-se pela Escola Politécnica, mais precisamente pelo edifício de Engenharia Metalúrgica. Como procedimento padrão, após a constatação de um vazamento, o devido reparo

era agendado, junto à Unidade, de modo a minimizar transtornos quanto ao fornecimento de água.

A detecção em redes revelou a existência de muitos vazamentos, exigindo trabalho intenso e muito acima do esperado, apesar do conhecimento de se tratar de redes antigas, principalmente nas Unidades da Fase 1. Nesta Fase, constatou-se, após o término das investigações, a precariedade das condições das tubulações enterradas, salvo as da Faculdade de Economia e Administração e Contabilidade. Por serem antigas, as tubulações apresentavam pontos e trechos com corrosão em diversos estágios, e vazamentos da mesma forma.

Deste modo, a eliminação de vazamentos não visíveis (inclusive em redes enterradas) teve um resultado muito significativo, evidenciando a importância da recuperação de trechos e redes - ou até sua reconstrução - e da utilização de um sistema de monitoramento do consumo em tempo real.

Na Fase 2, entre os grandes vazamentos detectados tem-se o caso do Viveiro de Plantas, que exigiu o abandono de parte das tubulações e o caso da “Região dos Galpões”. Nesta última, a empresa responsável pela detecção e eliminação de vazamentos não conseguiu detectar e eliminar todas as ocorrências, partindo-se então para a opção de minimização das perdas (fechamento de registros e introdução de uma válvula redutora de pressão - VRP, conforme apresentado ainda neste capítulo). A solução definitiva neste caso é o abandono da rede atual e a passagem de nova rede, estando o projeto, no segundo semestre de 2004, em fase de conclusão.

Para a detecção dos vazamentos enterrados, foi feito um levantamento da vazão e da pressão em alguns hidrômetros e, em outros, somente de pressão, conforme as possibilidades.

Para a medição de vazão, notadamente a fim de registrar as vazões mínimas noturnas, utilizou-se um *meter-master* - medidor que é acoplado externamente ao

hidrômetro, captando os pulsos magnéticos e transformando-os em sinal digital, que é registrado em um armazenador de dados (*data-logger*).

A medição de pressão também foi feita através da instalação de um *data-logger* conectado a uma torneira ou derivação nos cavaletes dos hidrômetros.

A importância da medição é possibilitar a avaliação dos níveis de pressão (inclusive à noite) na rede para se saber quais são as áreas submetidas à alta pressão, e, conseqüentemente, mais susceptíveis a vazamentos.

As pressões mais elevadas foram registradas, durante à noite, nas regiões mais baixas, como nas ligações de água da Escola Politécnica, Faculdade de Economia Administração e Contabilidade e Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. O monitoramento revelou valores extremamente altos na rede pública, de até 700 kPa.

c) Detecção e eliminação de vazamentos em reservatórios

Paralelamente à detecção de vazamentos em redes, realizou-se a detecção em reservatórios (elevados, enterrados e semi-enterrados), o que incluiu a realização de inspeção visual a fim de identificar possíveis vazamentos na estrutura, nos condutos de entrada, saída e limpeza; assim como a realização de testes de estanqueidade, para verificar o funcionamento de válvulas de bóia e extravasores.

A exemplo das redes externas, os reservatórios também mostraram-se pontos críticos, sendo as duas formas mais freqüentes de perdas: os vazamentos em tubos e conexões gastos e oxidados e os vazamentos em registros de bóia.

Os reparos realizados em reservatórios, principalmente no “Conjunto das Químicas” apresentaram grandes resultados, conforme registrado ainda neste *Capítulo 7*.

7.3.3.3 Etapa 3 - Redução de consumo nos pontos de utilização

Quanto às redes internas, foram realizados:

- Cadastro - realizado parcialmente, em função das dificuldades verificadas;
- Detecção de vazamentos;
- Eliminação de vazamentos, segundo critérios predefinidos de intervenção:
 - Substituição do segmento danificado ou substituição do trecho total do tubo;
- Realização de teste de estanqueidade.

Quanto à substituição dos equipamentos sanitários, foram realizados:

- Levantamento de quantitativo de equipamentos sanitários a serem substituídos;
- Instalação de equipamentos (adquiridos pela Universidade):
 - Bacias sanitárias com caixas acopladas de volume de descarga reduzido (6 L/descarga),
 - Arejadores e restritores de vazão,
 - Torneiras de acionamento por alavanca,
 - Torneiras de fechamento automático,
 - Torneiras com sensores eletrônicos,
 - Misturador de acionamento por alavanca,
 - Válvula de fechamento automático para chuveiros elétricos,
 - Válvulas de fechamento automático para mictórios,
 - Válvulas de mictórios com sensores eletrônicos;
- Regulagem dos equipamentos instalados e realização de testes;
- Regulagem ou substituição de comandos hidráulicos e, em especial, de válvulas de descarga preexistentes;
- Remoção dos equipamentos preexistentes e que foram substituídos.

Estavam previstas, ainda:

- Demolições, substituição de conexões, recomposição do acabamento em azulejos ou pintura, fechamento dos locais;

- Alteração de localização dos pontos de utilização, especialmente no caso de torneiras, em função do modelo adotado e das características do local de instalação (altura da torneira), por exemplo;
- Discriminação do material, estocagem e retirada.

a) Detecção e eliminação de vazamentos em pontos de utilização

Os vazamentos nos equipamentos sanitários foram detectados através de inspeções visuais e eliminados.

Dos equipamentos levantados na Fase 1, 4,3% apresentavam vazamentos; na Fase 2, 1,2% e, no total da Cidade Universitária, 2,5%, sendo que:

- *Fase 1:* 6,5% dos mictórios coletivos; 5,4% das válvulas de descarga; 4,1% dos mictórios individuais; 4,0% das pias e tanques; e os demais equipamentos apresentavam vazamento em menos de 1,8% dos equipamentos;
- *Fase 2:* 2,6% dos mictórios coletivos; 2,6% dos mictórios individuais; 1,9% das válvulas de descarga; 1,9% das caixas acopladas; e os demais equipamentos apresentavam vazamento em menos de 0,8 % dos equipamentos.

b) Substituição de equipamentos sanitários por modelos economizadores

Grande foi a diversidade de equipamentos encontrados em cada uma das Unidades (até mesmo dentro de um único ambiente), alguns deles especiais (torneiras de laboratório, destiladores, etc.) e, em alguns casos, foram encontrados equipamentos economizadores instalados por iniciativa das próprias Unidades.

A *Figura 7.3.3.3.1* apresenta alguns exemplos de equipamentos sanitários preexistentes nas Unidades da USP, o que denota a diversidade de modelos.

Figura 7.3.3.3.1 - Exemplos de equipamentos sanitários preexistentes na USP

A substituição de equipamentos sanitários convencionais por economizadores demandou grande parte do tempo das intervenções. Vários modelos de equipamentos economizadores foram empregados, tendo alguns exigido o contato com os fabricantes para adequação e regulagem.

A aquisição dos equipamentos exigiu, entre os requisitos para aceitação, a participação dos fabricantes em Programas Setoriais da Qualidade (PSQs) e, no caso das bacias sanitárias com caixa acoplada modelo VDR, a realização de ensaios normalizados.

Entre os ensaios, conforme a norma de métodos de ensaio NBR-9060/97 - Bacia sanitária - Verificação de funcionamento (substituída pela NBR 15097/04), foram realizados: testes de remoção de sólidos - papel, remoção de sólidos - esferas, lavagem de parede, troca de água, reposição do fecho hídrico, respingos de água e transporte de sólidos (*Figura 7.3.3.3.2*).

Figura 7.3.3.3.2 - Ensaio de transporte de sólidos para bacia sanitária com caixa acoplada modelo VDR

Pelo fato dos equipamentos economizadores serem de uma nova tecnologia (torneiras e válvulas de fechamento automático, bacias sanitárias VDR, etc.) e os locais de instalação serem de uso freqüente, já se esperava uma certa rejeição causada pelo processo natural de adaptação aos produtos em confronto com a cultura do usuário, problema que seria reduzido com o passar do tempo. Assim, definiu-se que as reclamações realizadas por usuários seriam investigadas pela Equipe Técnica PURA-USP para verificação das reais causas do problema.

As primeiras informações obtidas junto a Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade, Instituto de Química e Faculdade de Ciências Farmacêuticas, contribuíram para tal abordagem e levaram a alterações, entre outras, na divulgação das atividades do Programa, com maior atenção aos usuários.

Conforme o procedimento adotado nos casos de reclamações, foram verificadas as condições no local, com acompanhamento posterior do pessoal do FUNDUSP (atual COESF), sendo tomadas as medidas devidas. Sempre que necessário, contou-se também com a presença do representante do fabricante dos equipamentos para que este fizesse os ajustes necessários.

Deve-se atentar para o emprego adequado de cada modelo, de modo a não prejudicar as atividades do usuário. Na sequência, são apresentadas algumas situações envolvendo equipamentos sanitários que foram registradas durante as substituições.

Os equipamentos economizadores instalados incluíam de fechamento comandado por sensor eletrônico. Por apresentarem relativa fragilidade, não é recomendada sua instalação em áreas sujeitas ao vandalismo, restringindo-se os locais de instalação. Assim, ficou decidido que seriam instalados em locais que já apresentam algum tipo de sensor ou em áreas administrativas e auditórios de acesso mais restrito. Foram verificados, porém, problemas relativos a não compatibilidade de equipamentos com pressões locais (problema resolvido com a adoção de modelos para faixa universal de pressão) e substituições freqüentes de bateria, entre outros.

Foram recebidas reclamações também quanto ao funcionamento dos chuveiros de vestiários da Escola de Educação Física e Esporte e do Centro de Práticas Esportivas da USP. Após testes realizados nos locais, verificou-se apenas a diferença no tempo de fechamento das válvulas, em alguns casos excessivos.

Em locais nos quais são realizados procedimentos médicos (exames de pacientes) ou em locais de internação de pacientes, a utilização de restritores de vazão ou válvulas temporizadas em chuveiros ou duchas não foi bem aceita. Há casos, ainda, de reclamações mesmo em locais para banho de funcionários, alguns dos quais providenciaram mecanismos para travar a válvula.

Outro exemplo que pode ser citado foi a solicitação de visita da empresa fabricante de torneiras de copa para verificar o dano ocorrido no elemento vedante dos misturadores das torneiras do “Restaurante Central” (Coordenadoria de Assistência Social). O dano ocorreu em função de contato com água em temperatura muito elevada (superior a 82°C). Na avaliação desta questão e em contato com os responsáveis pelo Restaurante, foram levantados os problemas de se utilizar água a temperatura tão elevada, principalmente quanto ao risco de queimadura e de danos ao

sistema de equipamento sanitário. A necessidade de água quente para higienização dos utensílios deveria ser atendida por um sistema específico para este fim.

Quanto à opção pela substituição ou não de equipamentos, deve-se atentar para as questões como as envolvidas no caso da Escola de Enfermagem (Unidade da Fase 3).

Nesta Escola, cada pesquisadora ou professora possui, em sua sala, um lavatório individual com torneira para lavagem das mãos, apesar de não se tratar de laboratórios, nem de local de atendimento clínico (ou qualquer uso mais específico). São ao total cerca de 150 torneiras, apesar da existência de sanitários coletivos. Segundo os usuários, o uso é basicamente para escovar os dentes, além de lavagem das mãos. Percebe-se também que há uma preocupação com relação à lavagem das mãos, maior do que em outros locais: há vários cartazes a respeito em toda a Unidade. Considerando-se o pouco uso, a baixa necessidade de manutenção das torneiras convencionais, a rotina de escovar os dentes (o que implicaria em acionar várias vezes a torneira) e o estudo simplificado de viabilidade (por ponto: investimento de R\$ 75,00 e economia de 1,5 L/dia, investimento total de R\$ 12.250,00 com tempo de retorno de 20 anos, em valores de junho de 2002), decidiu-se pela não substituição das torneiras.

Estes exemplos reforçam a importância de um programa de uso racional não se ater somente à simples substituição de equipamentos. Há necessidade de verificação de como os usuários utilizam estes equipamentos, seu objetivo de uso (simples limpeza pessoal, procedimentos médicos, ou outros), frequência, vazão e facilidades requeridas (torneira eletrônica, de alavanca), e até mesmo os hábitos das categorias de usuários (enfermeiras, por exemplo), entre outras informações. O uso racional da água não deve comprometer o desenvolvimento das atividades dos usuários.

7.3.3.4 Etapa 4 - Caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água

Nesta etapa, foram levantados os hábitos dos usuários em atividades como: preparação de alimentos, limpeza de pátios, rega de jardim, uso de equipamentos

especiais; e apresentadas orientações de como reduzir o consumo de água no desenvolvimento das mesmas.

Foi realizada também a análise microbiológica da água antes e depois das intervenções de alguns pontos de utilização de água de restaurantes e laboratórios (especialmente junto a destiladores) e em outros locais considerados críticos.

Com relação a usos específicos da água, pôde-se observar em algumas Unidades a utilização de centrais de condicionamento de ar por água gelada, apresentando, em geral, apenas uma pequena perda.

Uma perda significativa de água através de usos específicos registra-se nos destiladores, equipamentos amplamente utilizados em laboratórios. Quanto à minimização desta perda, nesta *Etapa 4*, ficou a cargo de empresa contratada pela SABESP:

- Levantamento dos destiladores existentes, características e localização;
- Estudo do reaproveitamento da água de resfriamento desperdiçada durante o processo de destilação;
- Detalhamento da alternativa considerada viável.

7.3.3.4.1 O caso específico dos destiladores

O *Apêndice III* apresenta considerações a serem realizadas no estudo do reaproveitamento da água de resfriamento desperdiçada durante o processo de destilação (SILVA, 2001), trabalho este elaborado com base nos dados levantados pela SABESP.

Apresenta-se a seguir, primeiramente, um resumo deste trabalho.

A pesquisa sobre o potencial de reaproveitamento desta água foi motivada pelo elevado número de equipamentos e pela perda durante o processo de destilação. Após os estudos, os dados obtidos de um número de 240 aparelhos (a maioria do tipo

Pilsen), com perda média de 50 L/h por litro de água destilada, confirmaram esta preocupação - 192.889 L/d de água ou, considerando 15 dias de uso durante o mês, 2.893 m³/mês (cerca de 2,5% do consumo do *campus*).

Para a proposição de soluções de reaproveitamento da água dos destiladores é necessário, *a priori*, o entendimento físico de como é o sistema de destilação, o levantamento das características e condições de todo o sistema (incluindo-se consumo de água e energia dos destiladores, seu mapeamento e a qualidade da água da rede) e dos seus usuários (suas exigências quanto à qualidade e período de utilização).

O princípio de funcionamento dos destiladores atuais é análogo ao modelo antigo de destilador. A água fria, que entra no tubo condensador pela parte inferior, sobe por este até entrar por uma tubulação que leva ao cilindro de nível. Neste percurso a água ganha calor, enquanto resfria o vapor que desceu da caldeira. O cilindro de nível e a caldeira trabalham como vasos comunicantes, sendo a água excedente extravasada (o que caracteriza a perda d'água). O vapor de água gerado na caldeira desce pelo tubo condensador, chegando na parte inferior deste, após resfriamento pela água em ascensão, na forma de água destilada.

Na USP, assim como em outros locais, diversos são os processos químicos e biológicos que necessitam de água com uma quantidade de impurezas reduzida. Para a definição do grau de tratamento (ou associação de tratamentos) a ser dado à água, deve-se avaliar seu tipo de uso e as características da água da rede de abastecimento.

A realização de visitas técnicas aos laboratórios, por parte da equipe da SABESP, muitas delas com acompanhamento dos respectivos usuários, permitiu a obtenção de dados, tais como (SABESP, 1999/2002): quantidade, local de instalação, marca e modelo dos destiladores; vazão de água destilada e da perdida; frequência de uso dos destiladores; temperatura da água perdida (em geral em torno de 40°C); qualidade da água (análises químicas e bacteriológicas).

A partir do levantamento em campo, foram formuladas, pela SABESP, algumas propostas de reaproveitamento da água perdida ou de minimização das perdas (SABESP, 1999/2002):

- (1) Adoção de sistema composto de reservatório inferior projetado - bombeamento - tratamento - alimentação do edifício;
- (2) Adoção de sistema composto de reservatório inferior projetado - bombeamento - reservatório superior projetado - alimentação das bacias sanitárias;
- (3) Instalação de circuladores de água;
- (4) Instalação de recicladores (do tipo “torre de resfriamento”);
- (5) Substituição dos destiladores por purificadores de água (esta última uma alternativa não de reaproveitamento mas de minimização das perdas).

Vantagens e desvantagens de cada uma destas alternativas propostas são apresentadas no *Apêndice III*, assim como o detalhamento de algumas delas e as principais tecnologias empregadas na purificação de água.

Após o estudo das alternativas propostas, foram realizadas, pela Equipe Técnica PURA-USP, visitas às Unidades. Em visita realizada ao Instituto de Ciências Biomédicas, ainda em 2001, foram expostos pelos usuários:

- Dúvida quanto à qualidade da água quando da utilização de um reservatório central e dificuldade de compatibilizar as exigências dos usuários;
- Qualidade inadequada da água da rede de abastecimento público: mesmo quando utilizam os purificadores, em alguns casos, é necessário destilar antes;
- Preocupação também com o consumo de energia dos destiladores.

Nesta Unidade, verificou-se a adoção de uma solução de reaproveitamento local através de um pequeno reservatório instalado abaixo da bancada.

Mas, as restrições à utilização de sistemas de recirculação de água, única alternativa de reaproveitamento externo efetivo - limitações de espaço (no caso de atender a apenas um destilador) e interferências das tubulações necessárias, além de

dificuldades inerentes ao compartilhamento do uso (atendimento a um conjunto de equipamentos) levaram a busca de outras alternativas.

Nas visitas mais recentes (2004), têm sido realizados ensaios na busca de definição do ponto ótimo de operação dos destiladores, de modo a maximizar sua eficiência.

Como no levantamento realizado constatou-se uma grande variação na proporção entre a quantidade de água de resfriamento consumida e a da água destilada produzida (de cerca de 10 Lresfr/Ldest, a 200 Lresfr/Ldest), procurou-se verificar a existência de um ponto ótimo de operação dos destiladores, que minimize a quantidade de água consumida, sem prejuízo às atividades desenvolvidas.

Foram realizados quatro levantamentos experimentais em laboratórios da Cidade Universitária, entre março e outubro. Como procedimento adotado para cada um dos quatro destiladores ensaiados, promoveu-se a variação da vazão da água de entrada e a verificação das vazões correspondentes de água destilada e de água de resfriamento, além de suas temperaturas. Para cada destilador foram realizadas três determinações para cada vazão estabelecida, tendo sido adotadas cinco diferentes vazões, de forma a levantar a curva de operação do destilador.

Os limites extremos da vazão de água de entrada foram determinados pela ocorrência de transbordamento de água do destilador (limite superior) e pela alta temperatura da água destilada e/ou da água de resfriamento (limite inferior). Este último limite é estabelecido antes da condição de risco ao usuário ou dano ao equipamento ou ao sistema de coleta.

Como resultado destes primeiros levantamentos, observou-se a pequena influência da variação da vazão da água de entrada (e conseqüente da água de resfriamento) na vazão da água destilada produzida, concluindo-se que há possibilidade de se aumentar a eficiência do sistema reduzindo-se a vazão da água de entrada em vários casos (*Figura 7.3.3.4.1.1*).

Figura 7.3.3.4.1.1 - Exemplo de curva de operação do destilador de 10 L/h de capacidade

A vazão de máxima eficiência encontrada para os destiladores de capacidade nominal igual a 10 L/h é próxima a 120 L/h, o que corresponde a uma taxa de conversão de 7,7%.

Estão em andamento experimentos em destiladores de diferentes capacidades e marcas, contando-se para cada capacidade com pelo menos três equipamentos.

A aplicação prática desta pesquisa consistirá na elaboração de um procedimento para a operação do destilador de forma que o próprio usuário possa regular e utilizar o destilador com eficiência.

Em alguns laboratórios nos quais houve disponibilidade de verba por parte da Unidade, foram substituídos os destiladores por outros equipamentos de purificação (que não baseados no processo de destilação). Como exemplo, pode-se citar a iniciativa do Instituto de Biociências, anterior à implantação do PURA-USP, de adoção de métodos combinados de purificação, como osmose reversa (pré-tratamento) e ultrapurificação (*Figura 7.3.3.4.1.2*), que apresentam um desperdício bem menor, conforme apresentado no *Apêndice III*. Vale observar neste Instituto a utilização de filtro de entrada antes do equipamento para pré-tratamento, o que em laboratórios de outros Institutos é realizado pelo destilador.

Figura 7.3.3.4.1.2 - Destilador e equipamentos de osmose reversa e ultrapurificação

Por fim, destaca-se ainda um projeto piloto, em conjunto com o Instituto de Química, de substituição dos destiladores por uma central de purificação da água através de duas combinações de métodos de purificação de água, cada uma contando com dois diferentes métodos:

- *Osmose reversa com eletrodeionização*: para usos “mais nobres”, como em pesquisas;
- *Resina de troca iônica com radiação ultravioleta*: para usos “menos nobres”, como limpeza de vidraria.

Um completo levantamento de campo dos sessenta e sete laboratórios do Instituto (usuários e infra-estrutura física), usos da água purificada e possibilidades foi realizado, conforme modelo apresentado no *Anexo H*.

Decorrente deste levantamento realizado pela Equipe Técnica PURA-USP, percebeu-se a necessidade da implantação de uma gestão estruturada da central de purificação, com atribuição de claras responsabilidades para a garantia da qualidade da água purificada e da logística de distribuição desta água, uma vez que é um insumo básico para o desenvolvimento de muitas atividades do Instituto.

A qualidade da água purificada deve estar assegurada não apenas na central de purificação, mas na utilização da mesma, nos laboratórios. Esta água, conforme cada uso específico, deve estar disponível na quantidade e qualidade desejadas, distribuída com regularidade, em recipientes adequados (material e dimensões). A manutenção

do sistema de produção e de transporte, a compra de consumíveis, a administração dos recursos humanos e o suporte financeiro para a operação da central, entre outros, também devem ser avaliados.

Após o estudo da avaliação técnica, econômico-financeira e gerencial das alternativas para o desperdício de água e energia ocasionado pelos destiladores, deve-se formular soluções que deverão ser compatíveis com o não comprometimento das atividades dos usuários dos destiladores e demais usuários do laboratório.

Considerando os estudos realizados até o presente momento, na Cidade Universitária, conclui-se que a solução deve incluir uma associação de alternativas:

- *Correta regulação da vazão da água de entrada dos destiladores:* quando não for possível a substituição dos destiladores, essa regulação corrobora com a minimização das perdas;
- *Substituição dos destiladores por equipamentos mais sofisticados de purificação:* métodos como troca iônica, eletrodeionização, osmose reversa, ultrafiltração, radiação ultravioleta apresentam uma perda de água bem inferior à da destilação, quando não nula. Pelas características de cada um, indica-se uma associação de métodos. A restrição desta substituição são os custos envolvidos, mas a migração gradual para estes sistemas apresenta-se como a solução mais definitiva para o desperdício;
- *Substituição de destiladores por equipamentos mais sofisticados de purificação localizados numa central:* para reduzir os custos com os equipamentos, pode-se centralizar a produção de água purificada. Esta solução exige uma logística adequada de entrega da água aos pesquisadores, respeitando-se suas necessidades quanto à qualidade, volume e horário de entrega da água. A utilização de redes especiais de distribuição por vezes é inviabilizada pelos custos envolvidos e pelas necessidades distintas dos usuários.

7.3.3.5 Etapa 5 - Divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos

Assim como a etapa anterior, esta apresenta também tem apresentado um caráter permanente, podendo-se destacar os materiais de divulgação elaborados, as pesquisas, palestras e treinamentos realizados junto aos usuários primários e finais e, finalmente, a participação em eventos técnicos e visitas técnicas.

- **Material de divulgação**

Inicialmente, por parte da Reitoria da USP, foram adotados adesivos com mensagens de conscientização (afixados nos ambientes sanitários) e cartazes (afixados nas áreas administrativas), como materiais de divulgação repassados às Comissões PURA-Unidade durante a reunião introdutória (pré-implantação). Nos cartazes, foi divulgado um número de telefone para que as pessoas possam avisar a manutenção em caso de vazamentos e/ou problemas em equipamentos sanitários. Cavaletes com o logotipo do Programa foram colocados em locais em que existiam obras para eliminação de vazamentos ou instalação de equipamentos sanitários.

Foram elaboradas posteriormente, pastas com material informativo e *folders*, periodicamente renovados por material atualizado, além de painel e *banners* utilizados em eventos de divulgação do Programa, e novos cartazes.

Outras formas de divulgação utilizadas são matérias em jornais de circulação na USP (e outras em veículos externos); informativos nos holerites dos funcionários; textos enviados às Unidades, apresentando as atividades do PURA-USP, dicas de operação e manutenção dos sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário, e resultados do Programa. Esta última informação tem fundamental importância na viabilização dos ganhos, pois grande parte da redução, após as intervenções, só é possível com a colaboração das Unidades, no aviso de um vazamento ou em sua eliminação. Conhecer os resultados práticos desta colaboração (redução efetiva do consumo da Unidade) favorece e incentiva o comportamento proativo dos usuários.

Observa-se que quando as equipes administrativas e de manutenção estão a par do Programa, percebem que este está monitorando o consumo, que auxilia na detecção de vazamentos não-visíveis e na busca de soluções para ocorrências mais complicadas, que fornece o *feedback* da eliminação de vazamentos (em termos de redução do consumo), que, portanto, está próximo à Unidade e atuante, desenvolvendo-se uma cultura de colaboração.

Para facilitar a comunicação entre as Unidades e a Equipe Técnica PURA-USP, além dos telefones disponibilizados, foi criado um endereço eletrônico - pura@poli.usp.br - através do qual os usuários podem encaminhar dúvidas, denúncias, sugestões, reclamações, etc. Nestes anos, por mais de uma vez, foi recebida denúncia ou mesmo indignação em relação a alguma Unidade que estava desperdiçando água, geralmente em lavagem de pisos ou na utilização de destiladores.

Em 2000, foi criada a página do PURA-USP disponível no endereço - www.pura.poli.usp.br - atendendo à demanda de uma forma mais abrangente de disponibilização das informações sobre a implantação e resultados do Programa, além de material disponível para *download* (cadastro de hidrômetros, artigos publicados, etc.). Há necessidade de aprimoramento na frequência de atualização das informações contidas na página.

- **Pesquisas junto aos usuários**

Em 2000, foi entregue aos membros das Comissões PURA-Unidade das Fases 1 e 2, em especial, pessoal de manutenção, o questionário “Condições de Operação e Manutenção”. Percebeu-se, porém que a não aplicação direta do questionário e o fato das perguntas serem dissertativas (e não de múltipla escolha) acarretou em certa displicência nas respostas e dificuldade em tabular os dados.

Observou-se, em variados níveis, a preocupação e o interesse das Unidades com o Programa. O levantamento de algumas questões referentes à eficiência dos equipamentos sanitários economizadores instalados possibilitou a abordagem do

problema de uma forma mais próxima (junto com os fabricantes) e, desta forma, revertendo em benefício para o Programa (economia de água, entre outros).

As *Tabelas 7.3.3.5.1* e *7.3.3.5.2* apresentam alguns dos comentários registrados por usuários primários que responderam ao questionário. Cabe observar que foram utilizados dois modelos: um, para as Unidades da Fase 1, no qual são abordados problemas no pós-implantação, e outro, para as da Fase 2, abordando a situação anterior à implantação.

Tabela 7.3.3.5.1 - Pesquisa junto aos usuários primários das Unidades da Fase 1

<i>Unidade</i>	<i>Problemas pós-implantação</i>
03 EP	“apenas pequenos problemas de regulagens”
08 FFLCH	“as torneiras não foram uniformemente reguladas, causando reclamação dos usuários, inclusive em alguns momentos detectaram desperdício de água e as válvulas de descarga, que pelo pouco tempo de uso, já deram muita manutenção”
09 FCF	“problema de regulagem do tempo das torneiras com sensor”, “vários usuários se queixam dos vasos sanitários com caixa acoplada. Reclamam que a pressão da água não é eficiente, sendo necessário acionar a descarga por duas vezes”
12 FEA	“algumas torneiras e vasos tiveram problema no acionamento e demoraram para fechar. O problema foi causado em função do resíduo de sujeira que bloqueava os reparos”
42 ICB	“travamento nas válvulas de acionamento de alguns mictórios, troca dos reparos em seu sistema interno”
46 IQ	“tivemos problemas de vazamento nas válvulas, torneiras, caixas de descarga e mictórios. A solução foi a substituição das peças danificadas”
62 HU	“principalmente nos restritores de vazão nas duchas dos quartos e enfermarias, ocasionando alguns problemas de superaquecimento da água sob risco de queimaduras em pacientes”,... “vandalismo, principalmente nos botões de acionamento da torneira e mictórios”

Tabela 7.3.3.5.2 - Pesquisa junto aos usuários primários das Unidades da Fase 2

<i>Unidade</i>	<i>Iniciativas de economia de água, anteriores ao PURA-USP</i>
01 RUSP	“troca do barrilete de distribuição das caixas d’água”
04 IEE	“manter atenta equipe de manutenção...para detectar e intervir rapidamente quando constatado algum vazamento...substituir de imediato os trechos de rede...deteriorados...orientação para o setor de vigilância...para que chequem todos os registros, torneiras e válvulas a cada plantão”
10 FMVZ	“corrigidos diversos vazamentos e rotineiramente são reparadas torneiras que apresentam vazamentos”
16 FAU	“vistorias constantes, visando sanar vazamentos nas tubulações existentes e troca de equipamentos e peças danificadas nos lavatórios, piaas, chuveiros., vasos sanitários”
21 IO	“periodicamente...vistoria das instalações, bem como reparos para sanar vazamentos. Recentemente foi realizada reforma na tubulação dos sanitários”
23 FO	“trocadas tubulações de 6 polegadas...além disso, são feitas as manutenções para troca de reparos em válvulas de descargas, caixas acopladas, torneiras”

Tabela 7.3.3.5.2 - Pesquisa junto aos usuários primários das Unidades da Fase 2 (continuação)

<i>Unidade</i>	<i>Iniciativas de economia de água, anteriores ao PURA-USP</i>
27 ECA	“foi proibida a lavagem de carros, bem como a rega dos jardins, limpeza de corredores e salas de aula está mais racional e organizada”
39 EEFE	“passar a rede de água para a parte externa”
41 IB	“substituição de toda rede hidráulica (ferro por PVC: rede aparente) e substituição de todos os registros e colocação de várias torneiras...sanitários públicos (e individuais)...e 05 (cinco) dos oito sanitários...foram reformados e colocadas bacias com caixa acoplada (econômica) em substituição às válvulas hidras....novos destiladores (em substituição aos antigos) onde a relação da quantidade de água necessária para obtenção de um litro de água destilada é bem menor”
44 IGc	“construção de encanamento em PVC...projeto de reforma dos banheiros”
47 IP	“troca quando necessária e possível de materiais hidráulicos danificados (reparos, bóias, etc.)”
48 FE	“operação caça vazamentos na Unidade, que redundou em economia significativa (30% + -)”
49 PCO	“intervenções corretivas...sanando alguns vazamentos”
56 CCS	“manutenção e reparos nas partes hidráulicas do prédio”
63 CEPEUSP	“campanhas através de cartazes oferecidos pelo PURA”
71 MAE	“verificação de vazamentos externos de torneiras e similares”

Observação: As demais Unidades declararam que nenhuma iniciativa anterior havia sido tomada

No ano seguinte, entre os meses de outubro a dezembro de 2001, fez-se nova pesquisa, desta vez aplicada, pelos estagiários do PURA-USP, aos usuários finais das Unidades da Fase 1.

Entre docentes, alunos e funcionários foram entrevistados 450, sendo que a distribuição do número de entrevistas por Unidade levou em consideração a população registrada no Anuário Estatístico da USP de 2000 e o tempo que a mesma passa no *campus* (Tabela 7.3.3.5.3) . Aproveitou-se a oportunidade para a entrega de *folders* de divulgação e esclarecimento de dúvidas.

Tabela 7.3.3.5.3 - Pesquisa junto aos usuários finais da Fase 1

<i>Unidade</i>	<i>Local de aplicação</i>	<i>Data</i>	<i>nº de entrevistas</i>	
			<i>Parcial</i>	<i>Total</i>
03 EP	Biênio/Produção	15, 17, 19 e 23.10	30	110
	Mecânica	16.10	20	
	Elétrica	16 e 17.10	20	
	Civil	17.10	25	
	Minas	19.10	15	
09 FCF		26 e 30.10	30	30
46 IQ		31.10	30	30

Tabela 7.3.3.5.3 - Pesquisa junto aos usuários finais da Fase 1 (continuação)

<i>Unidade</i>	<i>Local de aplicação</i>	<i>Data</i>	<i>nº de entrevistas</i>	
			<i>Parcial</i>	<i>Total</i>
12 FEA		07, 08 e 13.11	50	50
42 ICB	ICB I e ICB II	14, 20, 23.11	60	70
	ICB III	27.11	10	
62 HU		27 e 28.11, 03, 04 e 10.12	50	50
08 FFLCH	História/Geografia	10 e 12.12	45	110
	Ciências Sociais/Letras	13.12	50	
	Administração	14.12	15	
Total				450

A Tabela 7.3.3.5.4 e Anexo I apresentam alguns dos resultados desta pesquisa.

Tabela 7.3.3.5.4 - Resultados da pesquisa junto aos usuários finais da Fase 1

<i>1 Função do entrevistado</i>
A maioria eram alunos (63%) ou funcionários (24%), sendo pequena a participação dos professores (6%)
<i>2 Tempo de permanência na Universidade</i>
Percebe-se que 78% permanecem mais de 5 h/dia na USP, o que acarreta em utilização diária dos ambientes sanitários
<i>3 Entrevistados atingidos pelo racionamento</i>
Cerca de 30% são atingidos, o que justificaria uma maior preocupação com a questão da água
<i>4 Consideração sobre o recurso água</i>
Fica evidente a consciência da escassez de água potável (73%), resultado este em consonância com a realidade de racionamento (Pergunta 3)
<i>5 Meios de economizar água</i>
Apenas 2% afirmam não economizar água. Quanto aos demais, evitar banhos demorados e fechar a torneira (ao escovar os dentes, fazer a barba ou ensaboar a louça) são as medidas mais adotadas
<i>6 Procedimento frente a vazamento de água (na USP)</i>
Embora 76% comuniquem a um funcionário a ocorrência de vazamento, 17% simplesmente ignoram (não tomam nenhuma ação)
<i>7 Procedimento frente à torneira aberta ou bebedouro</i>
Sendo necessário, praticamente todos fecham a torneira ou bebedouro (mais de 99%)
<i>8 Percepção das reformas dos banheiros</i>
Com exceção do HU, a maior parte dos entrevistados reparou nas reformas (72% no total). No HU, cuja maioria dos entrevistados foram funcionários e visitantes (84%), ao contrário das demais Unidades (Pergunta 1), deve ser levado em conta que se trata de um ambiente hospitalar com suas particularidades inerentes
<i>9 Opinião sobre o funcionamento das torneiras</i>
Ao contrário do esperado, 62% consideram igual e 27% não sabem avaliar o funcionamento das torneiras em relação às anteriores
<i>10 Opinião sobre o tempo de fechamento das torneiras</i>
O grande problema apontado pelos entrevistados foi a discrepância de tempos de fechamento entre diferentes torneiras. Isto foi confirmado pela percepção do tempo de fechamento pois se por um lado 52% o julgaram suficiente, por outro, 23% consideram rápido e 16% demorado
<i>11 Verificação do uso de arejadores</i>
O fato de 47% não conhecerem este dispositivo e 22% não terem verificado sua presença nas torneiras, pode justificar (em parte) a opinião sobre o funcionamento das torneiras (Pergunta 9)

Tabela 7.3.3.5.4 - Resultados da pesquisa junto aos usuários finais da Fase 1 (continuação)

<i>12 Conhecimento da diferença entre torneira hidromecânica e eletrônica</i>
Grande parte (78%) afirmam conhecer a diferença entre os dois tipos de torneira, o que leva a crer que saibam utilizar adequadamente ambos
<i>13 Opinião sobre as bacias sanitárias novas (VDR)</i>
O fato de que 57% não sabe avaliar pode ser justificado pela predominância das bacias sanitárias com válvulas de descarga. Vale observar que 16% consideraram igual, 25% melhor e apenas 2% pior. Conclui-se que de cada 10 aprovações tem-se apenas 1 reprovação
<i>14 Opinião sobre a frequência de entupimento das bacias sanitárias novas</i>
Apesar de 72% não terem opinião formada, apenas 3% afirmam que a frequência de entupimentos aumentou
<i>15 Opinião sobre o melhor sistema de descarga</i>
Há um equilíbrio quanto ao melhor sistema de descarga: válvula (42%) ou caixa acoplada (41%)
<i>16 Opinião sobre odor nos banheiros (função de reformas PURA-USP)</i>
Apenas 2% consideram que houve piora no odor dos banheiros
<i>17 Percepção da pesquisa e correção de vazamentos na rede externa</i>
Com exceção da EP (27%), nas demais Unidades menos de 20% perceberam estas atividades
<i>18 Conhecimento do PURA-USP</i>
Cerca de metade (51%) afirmam ter conhecimento do Programa
<i>19 Formas de conhecimento do Programa</i>
Cartazes são apontados como a principal forma de conhecimento do Programa (45% - em banheiros e 30% - em outros locais), sendo seguido por artigos publicados (em algumas Unidades até 19%)
<i>20 Importância do Programa</i>
Praticamente todos os entrevistados disseram ser a favor do Programa e 90% atribuem-lhe alta e muito alta importância, contra apenas menos de 1% baixa importância e muito baixa
<i>21 Opinião sobre a divulgação do Programa</i>
A divulgação é considerada ruim e péssima por mais da metade (54%) dos entrevistados, suficiente por 28% e boa por apenas 17%. A forma de melhorar a divulgação mais apontada é a utilização de mais cartazes e maior contato com os usuários, o que acarretaria num aumento do conhecimento do Programa (18%)

Deve-se observar ainda, que não foram constatadas, de forma geral, grandes discrepâncias entre as respostas das diversas Unidades, o que leva a acreditar que o PURA-USP tenha sido implantado de forma uniforme em todas elas.

- **Palestras e treinamentos**

Para os funcionários da manutenção, da limpeza e funcionários em geral foram realizadas palestras pela SABESP, na maioria das Unidades da Fase 1 e algumas Unidades da Fase 2, abordando a questão da utilização adequada da água, assim como dos equipamentos, de modo a promover o uso racional. Foram apresentadas fitas educativas tratando da escassez da água, conflitos de uso, desperdícios e dicas de economia.

Para os funcionários, alunos e professores, seguindo a proposta de informá-los da existência do Programa, de seus objetivos e meios utilizados para atingi-los, assim como explicar como eles podem colaborar com o programa através do bom uso e manutenção dos equipamentos economizadores de água, foram realizadas palestras que, infelizmente, não contaram com participação de muitos usuários.

- **Participação em eventos técnicos e visitas técnicas**

Importante componente do intercâmbio com outros pesquisadores que atuam nas áreas de uso racional da água e de conservação de água, assim como com as empresas que desenvolvem novas tecnologias (equipamentos sanitários, telemedição, entre outros), tem sido a participação em eventos técnicos nacionais e internacionais, e a realização de visitas técnicas a feiras de construção, fábricas de metais e louças sanitárias, e locais onde foram aplicados programas de uso racional da água, por parte da Equipe Técnica PURA-USP.

7.3.4 Atividades pós-implantação

O acompanhamento dos dados de consumo, desde o início das intervenções até o momento atual, passados quatro anos do término das atividades da Fase 1 e dois anos da Fase 2, permite avaliar o comportamento ao longo do tempo e ratificar a importância do caráter permanente do PURA-USP e das atividades relacionadas a:

- *Caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água;*
- *Divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos;*
- *Gestão da demanda de água.*

As duas primeiras atividades foram mantidas após a implantação do Programa, adotando-se os mesmos procedimentos relatados nas respectivas Etapas 4 e 5 de implantação, mas considerando a dinâmica dos sistemas e dos usuários.

O *Item 7.4* dedica atenção especial à *Gestão da Demanda de Água* na Cidade Universitária, cujas ações têm permeado todo o desenvolvimento do PURA-USP.

7.4 Gestão da demanda de água na Cidade Universitária

Os dados para a gestão podem ser obtidos através de instrumentos simples como as contas/faturas recebidas da concessionária ou as leituras realizadas *in loco*, ou através de instrumentos mais completos como a medição setorizada (que possibilita uma maior correspondência entre o consumo e o sistema consumidor) e a telemedição (que possibilita a aquisição mais confiável, em tempo real, de um maior número de dados). Estes instrumentos podem ser utilizados isoladamente ou de forma associada, como ocorre na Cidade Universitária.

Os dados de consumo podem ser considerados parâmetros de controle diretamente obtidos. A partir da obtenção destes e do levantamento de dados adicionais (população, área, etc.) pode-se proceder à determinação dos chamados parâmetros de controle indiretamente obtidos (consumo *per capita*, por área, etc.). Todos estes parâmetros permitem, em função do histórico registrado, a geração de alarmes para sinalizar uma situação de anormalidade.

Para completar o ciclo da gestão da demanda, para as situações de anormalidade, o Programa tem buscado criar procedimentos de intervenção (incluindo a definição de responsabilidades) para casos como:

- Ocorrência de vazamentos - formas de aviso e eliminação eficientes;
- Manutenção do sistema de suprimento de água fria - indicação de reformas em redes hidráulicas em locais críticos, que apresentem vazamentos constantes;
- Manutenção do sistema de equipamento sanitário - atendimentos a problemas verificados, revisão periódica dos equipamentos, além de sua atualização tecnológica;
- Revisão de processo que utilize água - como nos casos dos destiladores ou dos sistemas de ar condicionado.

As atividades do PURA-USP, na gestão da demanda de água da Cidade Universitária, incluem, portanto:

- A atualização do cadastro das ligações de água;

- O acompanhamento do consumo através de ligações de tarifação, setorização e macromedição;
- A atuação no caso de ocorrência de anomalias do consumo.

7.4.1 Cadastro das ligações de água

Atividade inicial essencial para a correta verificação dos consumos.

Em 2000, através de contatos com a Concessionária, Prefeitura do *campus* e Departamento de Finanças da Reitoria da USP (DF/RUSP), além de vistoria técnica em campo, o cadastro Hidrômetros de Tarifação - CUASO - 12.12.2000, foi consolidado entre USP e SABESP. Considerando o caráter dinâmico das ligações de água das Unidades, com ligações sendo realizadas e outras suprimidas, além da substituição de hidrômetros, as atualizações do cadastro devem ocorrer periodicamente.

O DF/RUSP utiliza um banco de dados para o controle das contas e faturas de água de todas as ligações de água da USP, sendo o pagamento realizado pela própria Reitoria. Este banco de dados é enviado periodicamente para verificação dos consumos efetivamente faturados. Esta rotina permite ainda a verificação da própria situação do cadastro de algumas ligações.

7.4.2 Acompanhamento do consumo

7.4.2.1 Ligações de tarifação

A rotina de acompanhamento do consumo através das ligações de tarifação apresenta diferentes níveis na Cidade Universitária:

- *Diário*: verificação diária, através do sistema de telemedição, das leituras. Nos pontos ainda não atendidos pelo sistema, as próprias Unidades ou os Leituristas

do PURA-USP realizam estas leituras *in loco* (e enviam ao PURA-USP na primeira semana do mês seguinte);

- *Semanal*: utilizando-se o sistema de telemedição, verificação e registro em planilha das leituras atuais e valores de vazões mínimas registradas na semana anterior (com datas e horas);
- *Mensal*: envio mensal à SABESP, por *e-mail*, de todas as leituras disponíveis através dos sistema de telemedição e, no caso da falta de leitura referente a ligações das Unidades da Fase 1, esta é realizada *in loco* e também enviada à SABESP. Como retorno, no dia seguinte são recebidas todas as leituras realizadas pela SABESP, possibilitando a verificação por parte do PURA-USP se ocorreu algum erro de leitura. No caso de divergências, estas são apuradas assim que possível, tentando-se corrigir antes da emissão das faturas.

Para administrar o fluxo de informações acerca do consumo, foi adotada uma planilha em 2003, que registra a data (em cada mês) da realização de cada uma das seguintes das atividades relacionadas a todas as ligações da Cidade Universitária e as de tarifação da Fase 3:

- Recebimentos de leituras/consumos: da Equipe Técnica, Leituristas, Unidades, SABESP e DF/RUSP;
- Comparações/verificações: dados do PURA-USP com os dados da planilha SABESP, e com os do banco de dados do DF/RUSP;
- Lançamentos em planilhas/gráficos: lançamento dos dados finais (após comparações) em planilhas e gráficos para verificação do comportamento do consumo mês a mês.

A seguir, apresenta-se um caso de verificação de existência de vazamento, que exemplifica a gestão da demanda através de um de seus mais simples, mas eficaz, instrumento - *as leituras realizadas in loco*.

• **3901 EEFE-EEFE**

Através das leituras *in loco* do medidor de tarifação da Escola de Educação Física e Esporte, constatou-se uma elevação na média do consumo diário de 25 m³/dia (agosto a dezembro de 2003) para 86 m³/dia (janeiro a fevereiro de 2004), ou, em termos de consumo mensal, de 752 para 2.577 m³/mês (*Figura 7.4.2.1.1*). O medidor existente é único e abastece a edificação principal da Unidade e áreas anexas.

Figura 7.4.2.1.1 - Consumos diários de água da EEFE

O pessoal da manutenção da Unidade, além de duas leituras diárias, passou a realizar diversos testes de abertura e fechamento de registros, tentando isolar a área com consumo excessivo e, assim, localizar o vazamento. Conseguiu-se descobrir apenas que o vazamento estava após o reservatório, pois este esvaziava-se durante a madrugada.

A Equipe Técnica PURA-USP, utilizando plantas da rede hidráulica da Unidade e geofone eletrônico também tentou, sem sucesso, localizar o vazamento. Em nova tentativa, desta vez no período noturno (após o horário de aulas) seguiu-se o caminhar da rede após o reservatório, com o geofone. O ruído de vazamento era escutado desde a primeira derivação, passando por boa parte da edificação, inclusive por sua cobertura. Chegou-se finalmente a uma tubulação de incêndio externa à edificação.

A princípio, não poderia ser nela o vazamento, pois a rede de incêndio é separada da de água e o registro correspondente havia sido fechado durante os testes. Quebrando-se o pavimento (*Figura 7.4.2.1.2*) verificou-se que se tratava de um vazamento na rede de alimentação das torneiras de jardim que passava, envelopada, sob o trecho horizontal da tubulação de incêndio. A tubulação havia trincado, possivelmente em função de má execução da rede que abastece as torneiras do jardim.

Figura 7.4.2.1.2 - Vazamento em rede enterrada na EEFE

7.4.2.2 Ligações de setorização

As rotinas de acompanhamento nos níveis diário e semanal são realizadas não somente para as ligações de tarifação, citadas anteriormente, mas também para as de setorização.

Os dados de leitura de ligações de setorização permitem avaliações diversas. A seguir destaca-se mais um instrumento da gestão da demanda - a *medição setorizada*.

- **4603 IQ - Almoxarifado/Biotério**

O consumo desta ligação de tarifação é o segundo maior da Cidade Universitária, apenas inferior ao do 6202 - HU Principal Frente (que abastece todo o Hospital Universitário). Esta ligação atende ao “Conjunto das Químicas”, que engloba cinco blocos da Escola Politécnica, seis da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, doze do Instituto de Química, Auditório e o “Centro de Vivência” (além de alguns pontos ligados diretamente, como os do Biotério), figurando como importante área de setorização em função da necessidade de se determinar o consumo correspondente a cada uma das três referidas Unidades (*Figura 7.4.2.2.1*).

Figura 7.4.2.2.1 - Planta do “Conjunto das Químicas” - EP, FCF, IQ

Esta ligação, no início do PURA-USP, apresentava um consumo exorbitante (36.778 m³/mês, em agosto de 1998) que foi reduzido para cerca de 25% deste valor em um ano do Programa (8.922 m³/mês, em agosto de 1999). Esta queda ocorreu devido à descoberta de uma manobra realizada na rede, junto ao reservatório, utilizada para “contornar” um problema no reservatório inferior, que exigia a alimentação dos pontos de consumo sem a passagem pelos reservatórios. Em função das altas pressões registradas, o reservatório superior acabava trabalhando como uma espécie de chaminé de equilíbrio, daí ocorrendo permanente extravasamento.

Ao final de 2003, foram verificados novos problemas no reservatório inferior, que acarretaram num consumo de 14.955 m³/mês em dezembro. Resolvidos mais estes problemas, os patamares foram novamente reduzidos, atingindo valores inferiores a 5.000 m³/mês em 2004.

Além do hidrômetro de tarifação - 4603, o “Conjunto das Químicas” dispõe de mais vinte e cinco hidrômetros de setorização - 460301/25 (um por bloco, conforme *Figura 7.4.2.2.1*), o que permite a gestão da demanda através da medição setorizada.

A *Tabela 7.4.2.2.1* e *Figura 7.4.2.2.2* apresentam o consumo destas ligações entre maio e setembro de 2004.

Tabela 7.4.2.2.1 - Distribuição do consumo de água no “Conjunto das Químicas”

<i>Unidade</i>	<i>Blocos</i>		<i>Consumo - maio/set.04 (m³/mês)</i>	
	<i>Identificação</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Total</i>	<i>Por edifício</i>
Ligações de setorização:			3.112	
EP	Blocos 18 a 22 (460301/05)	5	176	35
FCF	Bloco 13A, 13 a 17 (460307/12)	6	857	143
IQ	Blocos 1 a 12 e Auditório (460313/25)	12	2.048	171
	“Centro de Vivência Químicas” (460306)	1	31	31
Ligação de tarifação:			6.744	
Biotério, outros pontos e perdas:				
Consumo através da ligação de tarifação menos a somatória dos consumos através das ligações de setorização			3.632

Figura 7.4.2.2.2 - Distribuição do consumo de água no “Conjunto das Químicas”

Através da comparação destes dados, conclui-se que os consumos da EP, FCF, IQ e “Centro de Vivência” correspondem a 46,1% do consumo total (2,6%, 12,7%, 30,4% e 0,5%, respectivamente) e, conseqüentemente, o Biotério, outros pontos e as perdas totalizam mais da metade do consumo total - 53,9%.

7.4.2.3 Ligação de macromedicação

O acompanhamento do consumo através do medidor principal (macromedidor), que abastece não somente às Unidades da USP mas também aos demais Institutos localizados na Cidade Universitária (IPT, Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares - IPEN, Instituto Butantã, etc.), tem sido diário, com leituras realizadas *in loco* pelos leituristas do PURA-USP.

Este medidor (*Figura 7.4.2.3.1*) localiza-se no extremo sul do *campus*, próximo à “Portaria Mercadinho”, conforme planta disponível no *Anexo C*.

Figura 7.4.2.3.1 - Macromedidor

Avaliando-se os consumos diários, através das leituras deste medidor no período de março de 2001 a dezembro de 2003, pode-se concluir que (*Anexo J*):

- Os patamares de consumo total da Cidade Universitária, atingidos ao final de 2001 (após a tendência de redução do consumo), mantiveram-se em 2002;
- Houve uma maior regularidade no fornecimento de água para todo o *campus*, com menor ocorrência de falta de água ou de fechamento para eliminação de vazamentos na rede SABESP (demonstrado pelo menor desvio dos valores em relação ao valor médio);
- Manteve-se a sazonalidade do consumo com valores mais elevados entre março e maio (meses que apresentam temperaturas mais elevadas, assim como a população).

As *Tabelas 7.4.2.3.1 e 7.4.2.3.2* apresentam consumos médios através deste medidor, de hidrômetros de tarificação das Unidades da Cidade Universitária pertencentes à USP (PURA-USP Fases 1 e 2) e de outros valores divulgados pela SABESP, IPT e IPEN.

Tabela 7.4.2.3.1 - Consumos através do macromedidor e das ligações USP de tarifação SABESP

<i>Macromedidor</i>		<i>Ligações USP de tarifação SABESP</i>		<i>Diferença</i>
<i>Período</i>	<i>Consumo médio (m³/mês)</i>	<i>Período</i>	<i>Consumo médio (m³/mês)</i>	
mar. a dez.2001	179.274	jul. a dez.2001	88.539	90.735
jan. a dez.2002	181.780	jan. a dez.2002	91.435	90.345
jan. a dez.2003	177.334	jan. a dez.2003	91.183	86.151

Tabela 7.4.2.3.2 - Consumos através do macromedidor e de outras ligações internas à Cidade Universitária

<i>Ligação de água</i>	<i>Período</i>	<i>Consumo</i>
“Medidor Único” - Macromedidor	mar.94 a ago.94	270.456
“Medidores Setorizados” - Ligações de Tarifação SABESP - USP	jun.96 a mai.97	172.560
“Fontes próprias ativas”	jun.96 a mai.97	4.099
IPT ⁽¹⁾	jun.96 a mai.97	12.100
Instituto Butantã	jun.96 a mai.97	31.099
Diversos (Bancos, Restaurantes, Eletropaulo, etc.) ⁽²⁾	jun.96 a mai.97	2.554

Fonte: Elaborado a partir de SABESP (1997)

⁽¹⁾ Segundo dados atuais do IPT, há 4 ligações de água, três das quais derivam do macromedidor. O consumo através destas totalizou, como média dos últimos 6 meses, 5.100 m³/mês (MAZZIERO, 2004).

⁽²⁾ Na mensagem da SABESP não constava o consumo do IPEN mas, segundo informações atuais, este Instituto também possui 4 ligações, todas derivando do macromedidor. O consumo através destas totalizou, como média dos últimos seis meses, 1.534 m³/mês (AZEVEDO, 2004).

Comparando-se estes valores, observa-se que o consumo dos usuários externos à USP e as perdas na rede de distribuição de responsabilidade SABESP totalizam cerca de 50% do consumo total do *campus* (aproximadamente 90.000 m³/mês). Deste consumo, pode-se atribuir metade aos usuários externos, restando, às perdas, a outra metade (cerca de 45.000 m³/mês).

7.4.3 Atuação no caso de anomalias do consumo

A ocorrência de vazamentos no *campus* é freqüente, tanto em locais de responsabilidade da USP (das Unidades - áreas internas às edificações, ou da Prefeitura da Cidade Universitária - PCO - áreas externas), como da SABESP (rede antes do hidrômetro): vazamentos em rede enterrada (alguns detectáveis somente através das leituras) ou outros superficiais, com afloramento de água.

Nota-se que, em quase todos os casos, o tempo transcorrido entre o início do vazamento e a sua correção foi maior que o desejável. Várias são as causas desta demora, incluindo:

- Dificuldade de percepção da existência de vazamento (onde não há telemedição);
- Dificuldade de localização;
- Dificuldade de determinação dos responsáveis pela solução;
- Problemas de comunicação internos à USP e à SABESP e entre estas duas entidades;
- Equipes reduzidas e pouco qualificadas nas duas entidades;
- Dificuldades de aquisição de peças pela USP em casos emergenciais.

Considerando que não possui equipe própria de manutenção, a atuação da Equipe Técnica PURA-USP inclui:

- Verificação das leituras via sistema de telemedição e das realizadas *in loco*;
- Comunicação aos responsáveis no caso de constatada qualquer anomalia no consumo de água;
- Assistência na localização de vazamentos, através da realização de testes, estudo das plantas e utilização de equipamentos de detecção de vazamentos - haste de escuta e geofone eletrônico (em alguns casos, fez-se empréstimo deles para a PCO);
- Assistência na solução técnica de alguns vazamentos;
- Estudo do consumo, população, equipamentos e processos existentes em algumas Unidades para avaliação de anormalidades verificadas;
- Comunicação entre a USP e a SABESP, sempre que necessário e/ou quando solicitado;
- Comunicação interna à Universidade, entre Unidades, PCO, equipes de manutenção e usuários;
- Acompanhamento da eliminação de alguns dos vazamentos ou verificação posterior da solução dada; entre outras atividades.

Pôde-se perceber a necessidade de aprimoramento dos procedimentos relativos à manutenção dos sistemas prediais das Unidades, notadamente a manutenção hidráulica, tanto administrativa, como tecnicamente.

Os vazamentos detectados via sistema, leitura *in loco*, ou por aviso de pessoal das Unidades são registrados, assim como as datas de detecção e de eliminação.

A comunicação a uma Unidade da ocorrência de consumo anômalo é realizada através de um “Aviso de consumo elevado de água”, incluindo a identificação do hidrômetro, a vazão registrada e respectivo período e correspondente gráfico de vazão (via sistema de telemedição).

Em alguns locais, apesar das intervenções do Programa, continuam os registros de consumo noturno elevado, o que poderia ser devido ao uso de algum equipamento especial ou, mais provavelmente, à existência de vazamentos nas redes, boa parte delas comprometidas. Continua-se à espera de solução sistêmica, envolvendo projeto, logística e execução para estes locais.

Referente ao consumo em 2002, fez-se um levantamento, através do sistema de telemedição, dos locais que apresentavam maior consumo noturno. Foram contabilizados onze locais cujo consumo no período noturno indicava perdas variando entre 0,5 m³/h e 4 m³/h (valores conservadores), sendo as maiores registradas nas seguintes ligações 4603 - IQ Almoxarifado/Biotério (4 m³/h), 0107 - RUSP Diversos Barracões 3 (2 m³/h), 0802 - FFLCH Ciências Sociais/Letras (1,5 m³/h), além de quatro ligações na EP (que totalizam 3,4 m³/h). O valor total destas perdas (nestes onze locais) era de cerca de 10.000 m³/mês, o que correspondia a 36% do consumo total das ligações (EPUSP, 1998/2003).

Em 2003, através da telemedição, verificou-se que boa parte destes consumos não se alterou, apesar da constante eliminação de vazamentos, o que ressalta a importância das atividades de gestão da demanda de água.

Em agosto de 2004, para minimizar as perdas na ligação 0107, foi instalada uma válvula redutora de pressão (VRP), reduzindo-se a pressão de cerca de 550 kPa para 150 kPa, o que acarretou numa queda de vazão para cerca de metade do valor original. Em novembro de 2004, estava em fase de conclusão o projeto de substituição da rede de toda a região atendida por esta ligação.

7.4.4 Instrumentos da gestão da demanda

Além das faturas emitidas pela SABESP e as leituras realizadas *in loco*, figuram como importantes instrumentos da gestão da demanda, na Cidade Universitária, a medição setorizada associada à telemedição (sistema digital de barramento de campo).

A Tabela 7.4.4.1 apresenta a situação geral do sistema de telemedição, quanto aos hidrômetros eletrônicos instalados (de tarifação e de setorização), rede de comunicação e central de gerenciamento do sistema em novembro de 2004.

Tabela 7.4.4.1 - Situação do sistema de telemedição da Cidade Universitária

Pontos ⁽¹⁾	Tarifação ⁽²⁾			Setorização Fase 1 ⁽³⁾	Total
	Fase 1	Fase 2	Subtotal		
Hidrômetros eletrônicos					
Previstos	29	93	122	57	179
Instalados e funcionando	27	87	114	45	159
Rede de comunicação					
Dutos e cabos concluídos	29	36	65	11	76
Interface de comunicação	1 <i>Hydrocenter 250 memory</i> (Sede PURA-USP)				
Amplificador/ Regener. de sinal	3 <i>Hydrocenter 250 memory</i> (DTe, EP-Elétrica, RUSP)				
Sistema de aterramento	29	78	107	19	126 ⁽⁴⁾
Central de gerenciamento de telemedição					
Hidrômetros com leitura remota	22	27	49	12	61/62 ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Situação em novembro de 2004 (não inclui hidrômetros do DAEE - Hidráulica 3 e 4)

⁽²⁾ Desconsiderando-se algumas ligações novas que ainda não foram lançadas no Cadastro de Hidrômetros de Tarifação da CUASO

⁽³⁾ Incluídos pontos apenas da Setorização Fase 1. O número de pontos da Fase 2 ainda não foi determinado, mas segundo estudo preliminar, seriam 178 pontos, dos quais há 1 comunicando (Sede PURA-USP)

⁽⁴⁾ Vale observar que em alguns pontos não há necessidade de aterramento e em outros o mesmo aterramento atende a mais de um ponto

⁽⁵⁾ Incluindo-se o ponto Sede PURA-USP há 62 hidrômetros comunicando-se

7.4.4.1 Medição setorizada

Experiência pioneira em *campi* universitários com dimensões semelhantes à Cidade Universitária, como relata TAMAKI (2003), a medição setorizada (ou setorização) tem constituído importante instrumento de gestão da demanda de água. Com sua implantação, não só reduz-se o consumo, função de ciclos de informações e ações corretivas mais ágeis, mas também estrutura-se a gestão da demanda e desenvolve-se metodologia, cumprindo-se assim os três principais objetivos do PURA-USP.

A implantação da medição setorizada foi dividida em duas fases, a exemplo da implantação do PURA-USP na Cidade Universitária: Fase 1 - 7 Unidades, Fase 2 - demais 21 Unidades.

Foram iniciados, no final de fevereiro de 1999, os estudos para a setorização da medição nas Unidades da Fase 1. Escolheu-se a Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, como primeira Unidade a sofrer setorização pelo fato de se apresentar num estágio mais avançado das intervenções do PURA-USP e por apresentar cinco blocos separados. A setorização nesta Unidade, realizada pelo FUNDUSP (atual COESF) com diretrizes da Equipe Técnica PURA-USP, foi concluída em junho do mesmo ano, incluindo-se em 2001 mais um ponto.

Nas demais Unidades da Fase 1, por exigirem serviços paralelos e de logística mais complexa, o repasse de verba para sua execução foi realizado em outubro de 2000, estando a contratação dos serviços (a partir de diretrizes elaboradas pela Equipe Técnica PURA-USP e FUNDUSP) e sua fiscalização a cargo das próprias Unidades.

Contrariando as expectativas, a contratação e execução dos serviços prolongaram-se por dois anos. Ao final de 2001, além da FEA (6 pontos), estavam concluídas as atividades de Setorização da EP (18), FCF (6) e ICB (2). Em outubro de 2002, concluiu-se as atividades no IQ (13), totalizando 45 hidrômetros instalados e funcionando, dos 57 previstos. Em duas Unidades, as atividades ainda não haviam sido realizadas (HU e FFLCH).

Em 2003 fez-se a instalação de hidrômetro na Sede do PURA-USP (ponto da setorização Fase 2), o que elevou a 46 os hidrômetros de setorização.

Considerando os problemas verificados na execução da Setorização Fase 1 e que as condições técnicas, administrativas, e econômico-financeiras para execução da Setorização nas Unidades da Fase 2 são semelhantes às encontradas nas da Fase 1, majoradas pelo volume de serviço, pôde-se concluir que a forma de contratação e a estrutura para acompanhamento dos serviços deveriam ser revistas, daí a idéia de centralizar as atividades.

Entre as dificuldades relatadas por TAMAKI (2003) para a execução da setorização, em função da forma descentralizada adotada, estão as de natureza técnica (cadastros desatualizados e condições precárias das redes), administrativas (dificuldades das Unidades em conduzir, falta de estrutura de apoio para as Unidades, prazos dilatados das licitações) e econômico-financeiras (custo unitário elevado, acima do esperado, por falta de especificação inicial realista).

Muitas das informações necessárias para a setorização só surgiram durante seu processo de execução, com o aprofundamento do estudo da arquitetura e da rede hidráulica, daí a necessidade de reavaliação do número de pontos de setorização e de sua localização.

Em 2004, a Equipe Técnica e a COESF assumiram o desenvolvimento do projeto de setorização do HU e da FFLCH, estando ele pronto para a contratação em outubro do mesmo ano.

Quanto à Setorização Fase 2, estavam em andamento os estudos preliminares para a elaboração do projeto em novembro de 2004, incluindo reuniões com as Comissões PURA-Unidade; visitas aos locais; e levantamento de plantas, das características e estados de conservação dos sistemas prediais, e características dos usos da água.

Vale observar o caso específico da setorização do Conjunto Residencial da USP (CRUSP), que atende a alunos de outras localidades. Em novembro de 2004, estava em andamento a aplicação, em cerca de 450 apartamentos, de levantamento dos usuários e seus usos da água, conforme modelo disponível no *Anexo L*.

A execução da setorização inclui os itens apresentados no *Capítulo 5*.

Além de propiciar um melhor acompanhamento do consumo (levantamento do perfil de consumo) e detecção de anomalias (vazamentos) com maior precisão, a Setorização permitirá a cobrança da água consumida pelos permissionários instalados na Cidade Universitária (lanchonetes em sua maioria).

7.4.4.2 Telemedição

Após a concepção inicial pela SABESP da forma de coleta e tratamento de dados de consumo e vazão - com a utilização de hidrômetros eletrônicos comunicando-se com uma central de supervisão através de um sistema digital de barramento de campo (padrão *M-BUS*) - e a definição da utilização de sistemas independentes de dois fabricantes (*Meinecke* e *Hydrometer*), partiu-se para a implantação dos sistemas, de fato, em 1999.

Também conforme determinação inicial da SABESP, os dois sistemas de telemedição utilizados deveriam ser compatíveis entre si, possibilitando a leitura de qualquer hidrômetro a partir de ambos os programas. Devido aos inúmeros problemas ocorridos no sistema *Meinecke* (descolamento entre a leitura *in loco* e a via telemedição, entre outros), decidiu-se eliminá-lo mantendo-se apenas o sistema da *Hydrometer*.

A *Tabela 7.4.4.2.1* apresenta um resumo da implantação deste sistema na Cidade Universitária, em novembro de 2004, podendo-se observar que o sistema de telemedição implantado no *campus* contava na ocasião com 62 hidrômetros

comunicando-se de forma estável dos 357 (122 de tarifação e 235 de setorização) a serem monitorados quando da conclusão de todo o sistema de telemedição.

A seguir, faz-se alguns comentários sobre os elementos do sistema de telemedição da Cidade Universitária.

- **Hidrômetros eletrônicos**

Até novembro de 2004 estavam instalados e funcionando 114 hidrômetros de tarifação (27 - Fase 1 e 87 - Fase 2) e 45 de setorização, num total de 159, entre diâmetros nominais de 20 a 100 mm e vazões nominais de 1,5 a 60 m³/h, respectivamente. O *Anexo C* apresenta uma planta do *campus* com os pontos de tarifação, com os da setorização Fase 1 que foram concluídos e com as regiões a serem setorizadas que ficaram pendentes nesta fase.

Quase todos os hidrômetros da lista de tarifação SABESP da Cidade Universitária foram substituídos ao longo de 2000/2001. As trocas terminaram em junho de 2001, a menos de alguns pontos que foram substituídos posteriormente. Além destas substituições, outras se tornaram necessárias por problemas ocorridos com os hidrômetros eletrônicos (infiltração de água e “queima” da parte eletrônica).

Quando da escolha do hidrômetro eletrônico a ser instalado nos pontos que possuíam o modelo convencional, em alguns pontos foi sugerida pela SABESP uma readequação (invariavelmente redução) do diâmetro, pois segundo um levantamento do perfil de uma semana o hidrômetro estaria “superdimensionado”. Pelo lado da USP as sugestões foram avaliadas levando-se em conta o histórico de consumo ao longo de meses e picos de vazões, além do tipo de atividades desenvolvidas nas regiões atendidas pelo medidor, em cada caso. Desta forma, tentou-se chegar a um consenso.

As atividades de colocação de portas faltantes nos abrigos, padronização da pintura e de colocação de etiquetas de identificação e de cadeados nos abrigos foram

encerradas em 2001, necessitando apenas de manutenção periódica. Os Leituristas do PURA-USP, além de realizar leituras diárias de parte destes hidrômetros, fazem regularmente o levantamento das condições dos abrigos, dos cabos e dos hidrômetros instalados.

- **Rede de comunicação**

- *Dutos e cabos:* como parte da ampliação do sistema de telemedição de dutos e cabos, estava pronto em novembro de 2004 o projeto para contratação de serviços de lançamento de mais dutos e passagem de cabos, faltando o levantamento do traçado correto da rede em planta e do número real de pontos ligados à cada Distribuidor Geral (e a cada amplificador/regenerador de sinal), e o levantamento dos comprimentos de rede, de modo a manter o sistema operando de modo otimizado. É necessário que se crie uma rotina de testes com a Telefonia para se reavaliar sistematicamente a consistência da rede.
- *Interface de comunicação e amplificadores/regeneradores de sinal:* a interface está instalada junto à Central de gerenciamento da telemedição (na Sede PURA-USP) e os amplificadores/regeneradores, instalados em alguns Distribuidores Gerais. Como parte da ampliação do sistema está prevista a instalação de mais equipamentos.
- *Sistema de aterramento:* em 2001, o sistema de aterramento contra descargas atmosféricas foi implantado no *campus*, incluindo a medição inicial da resistividade, a cravação de hastes metálicas, a interligação através de fios de cobre, a instalação do protetor contra surtos transitórios elétricos (130 V), a instalação do protetores, o tratamento do solo quando necessário, e a medição final da resistividade (adotado limite de 30 ohms).

- **Central de gerenciamento da telemedição**

A Central de gerenciamento da telemedição é composta basicamente por um microcomputador dotado de um Programa de supervisão e gestão, para uso exclusivo da telemedição, instalado na Sede PURA-USP (*Figura 7.4.4.2.1*).

Figura 7.4.4.2.1 - Central de telemedição - Sede PURA-USP

De forma geral, desde 1998 foram utilizados os programas *PSGVIS - M-BUS* Versão Alemã (até junho de 2000), *Hidrobuss* 1.0 e 1.10 - *M-BUS* Versão Brasileira (adaptado em 2001), *Hydronet* (instalado em março de 2002 e utilizado até o presente momento). O *Hydronet* apresenta como características a existência de dois módulos principais: o *Server* e o *Client*.

O primeiro é responsável pela comunicação entre os hidrômetros e a Central de gerenciamento da telemedição, incluindo a configuração de vários parâmetros dos equipamentos e da comunicação com a rede de telemedição e com os *Client*. Também é o responsável pela administração do banco de dados padrão *SQL*.

O segundo é o módulo de aplicação, interface com a qual se faz a utilização efetiva dos dados obtidos. O *Hydronet Client* permite a visualização de dados de consumo de forma tabular e gráfica, de mais de uma ligação simultaneamente. Operações lógicas, incorporação de mapas de referência e outras funções também são possibilitadas pelo sistema.

Com o avanço do sistema de telemedição, pretende-se a disponibilização dos dados às Unidades para que elas mesmas possam fazer a gestão de sua demanda. Para isto há necessidade de desenvolvimento de um programa customizado que apresente, por exemplo, três módulos - aquisição, armazenamento e de gestão dos dados - cada qual com três níveis de acessibilidade, podendo ser Administrador PURA-USP, Cliente RUSP e Cliente Unidade. Cada módulo/nível de acessibilidade pode apresentar diferentes ferramentas, podendo o módulo de gestão dos dados apresentar relatórios e gráficos de vazão, totalização e/ou alarmes (fora do perfil), geração de indicadores de consumo (consumo *per capita*), gráfico de tendência e projeção de consumo, possibilidade de exportação dos dados, e emissão de contas de consumo em reais, com resumo do consumo dos últimos meses e média histórica, entre outros.

7.5 Avaliação das ações implantadas

Para a avaliação da adequação e abrangência das ações implementadas pelo PURA-USP na Cidade Universitária, fez-se um exercício comparativo com as diretrizes da *Environmental Protection Agency*, que associam ao porte dos sistemas um critério de progressividade das ações de uso racional da água e conservação da água (*Tabela 7.5.1*).

Retomando o critério que associa a um sistema residencial que apresente de 10.000 a 100.000 pessoas a necessidade de diretrizes intermediárias (USEPA, 1998) e considerando a população da Cidade Universitária (e a população residencial equivalente), este seria o nível indicado para as ações do PURA-USP.

A *Tabela 7.5.1* apresenta uma adaptação do “Quadro-Síntese de Medidas em Níveis Crescentes de Complexidade” (exposto por SILVA; CONEJO; GONÇALVES, 1998 e comentado por SILVA, 2003), registrando para cada natureza de ação, dentro de cada nível de ação, qual a ação existente por iniciativa do PURA-USP e/ou das próprias Unidades. Verifica-se que o Programa desempenha ações em todos os níveis: com ênfase no básico, mas com iniciativas até mesmo no avançado.

Tabela 7.5.1 - Ações do PURA-USP

Natureza da atividade	Níveis de ação		
	Básico	Intermediário	Avançado
Produção de informações sobre eficiência do sistema	Indicadores confiáveis de perdas físicas: controle de vazamentos ocorridos (locais e volumes perdidos)		
Previsão de demanda	Valores de consumo <i>per capita</i> estatisticamente controlados: necessita melhorias		
Gestão integrada de recursos		Articulação com produção de aparelhos poupadores: intercâmbio de informações com fabricantes	Normas restritivas ao uso de água: restrição de rega de jardins com água potável
Gestão da demanda	Campanhas de esclarecimento	Adoção de aparelhos poupadores em novas instalações	Incentivos diretos à troca de aparelhos
Manejo de cadastros	Cadastramento da rede primária: necessita melhorias; Correção/Complementação do cadastro de consumidores: cadastro de hidrômetros		Cadastro dos ramais prediais: necessita melhorias
Macromedição	Macromedição das principais unidades de produção/reservação: medição do macromedidor	Macromedição dos usos públicos: medição dos pontos de tarifação	Telemetria: sistema de telemedição
Micromedição	Implantação de medidores para a maioria das ligações: medição setorizada	Substituição/reparo de medidores antigos ou de capacidade inadequada: substituição de todos os medidores de tarifação por modelos eletrônicos (redimensionamentos)	
Deteccção e reparo de vazamentos na rede	Detecção e reparo de todos os vazamentos aflorantes	Geofonamento de toda a rede	
Controle de pressão na rede	Instalação de VRP em zonas de maior pressão: instalação no IQ, IME, “Região dos Galpões”, em fase de estudo outras instalações		
Sistemas prediais - manutenção e aparelhos poupadores	Monitoramento do consumo predial; Reparo de vazamentos; Regulagem de válvulas e registros	Adoção de aparelhos poupadores existentes	Programas setoriais de recuperação de sistemas prediais e substituição de aparelhos
Sistemas prediais - gestão da qualidade de produtos e processos	Programas isolados de melhoria da qualidade: controle <i>on-line</i> de ordens de serviço		

Observação: Excluída da tabela a Redução de consumo operacional por esta natureza de ação não se aplicar

8 RESULTADOS DO PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Transcorridos seis anos do início da implantação do PURA-USP na Cidade Universitária, além do impacto - redução do consumo de água - uma série de efeitos puderam ser sentidos (em menor ou maior grau).

A atuação permanente do Programa, assim como o gerenciamento destes efeitos, tem acarretado na manutenção dos reduzidos patamares de consumo, o que comprova a proposição deste trabalho (*Capítulo 2*).

Considerando que os efeitos potenciais de um PURA foram amplamente avaliados no *Capítulo 6*, boa parte dos quais foram verificados na Cidade Universitária, neste *Capítulo 8* são apresentados apenas detalhes particulares ao *campus*, sendo despendida maior atenção à avaliação do impacto - redução do consumo.

8.1 Alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário

O cadastro atualizado das redes e dos reservatórios foi passado para o FUNDUSP (atual COESF). O cadastro das redes consiste no traçado geral e detalhes de derivação para as edificações, estando o conjunto disponível no Setor de Plantas.

O levantamento dos hidrômetros da Cidade Universitária foi um dos grandes ganhos do Programa. O domínio dos dados de consumo, a começar pela identificação das ligações de água (e caracterização), é condição fundamental para a atuação de um Programa de Uso Racional da Água.

Os sistemas de suprimento de água fria passaram por intervenções de restauração e, em alguns casos de adequação (com incremento do nível tecnológico). Com a substituição de trechos que apresentavam vazamento, assim como de válvulas de bóia, restabeleceu-se as condições de operação em muitas Unidades e o regime de operação de alguns dos reservatórios. Nestes últimos, além de problemas nas válvulas de bóia, foram detectados e resolvidos (e, em alguns casos, encaminhada a

solução) problemas de extravazamento constante pelo “ladrão”, providenciando-se também seu posicionamento em local mais visível, como é recomendado.

Os sistemas de equipamento sanitário, por outro lado, além de restauração (vazamentos foram sanados e melhorou-se a condição de uso dos equipamentos, em termos de funcionalidade, higiene, entre outros) passaram por intervenções de modernização - com a substituição de equipamentos sanitários convencionais por modelos economizadores.

8.2 Alterações em rotinas de manutenção predial

Como exposto no *Capítulo 7*, a manutenção interna às Unidades é realizada por pessoal da própria Unidade ou da Coordenadoria do Espaço Físico (COESF) e a manutenção externa, pelo pessoal da Prefeitura da Cidade Universitária (PCO). O Programa tem se inserido no contexto de atuação destes dois órgãos no suporte de informações.

A proximidade do Programa com as equipes de manutenção da COESF, da PCO e das Unidades permitiu resolver alguns problemas que de outra forma não seria possível. As inúmeras vezes que foram detectados vazamentos pelo sistema de telemedição e realizada sua localização precisa através da utilização do geofone eletrônico constituem um bom exemplo.

Nas Unidades em que há interesse em manter as boas condições dos sistemas hidráulicos por parte do pessoal da manutenção, muitas vezes faltam materiais e equipamentos apropriados para a execução das tarefas.

Grande parte dos vazamentos que ocorrem no *campus* tornam-se de conhecimento do Programa, utilizando este uma tabela de “Controle de Vazamentos” - responsabilidade pela correção, local do vazamento, quem identificou o vazamento e quanto tempo demorou para o conserto. A *Figura 8.2.1* apresenta os dados

compilados de agosto de 2001 a junho de 2004, num total de oitenta e cinco ocorrências.

Responsabilidade pela eliminação

Local do vazamento

Identificação do vazamento

Tempo para conserto

Figura 8.2.1 - Avaliação dos vazamentos registrados

A partir dos dados registrados, conclui-se que:

- 78% dos vazamentos são de responsabilidade da USP e 20% da SABESP, os outros 2% são de empresas particulares, como restaurantes e lanchonetes;
- 33% dos vazamentos ocorrem no alimentador predial (confirmando ser este um trecho crítico do sistema) e 31% na rede interna às Unidades;
- 50% dos vazamentos foram percebidos pelo Programa, através de sua Equipe Técnica ou de seus Leituristas;

- 36% dos vazamentos são eliminados em até 3 dias e 24% em até uma semana.

Colabora com o aumento da rapidez da eliminação dos vazamentos desde o fornecimento de informações para os responsáveis, por parte do Programa, através do “Aviso de Consumo Elevado de Água - PURA-USP” (com as vazões que estão sendo perdidas), até o auxílio na solução do vazamentos (quando de mais difícil localização).

Pode-se perceber, também, a criação de controles de vazamentos em Unidades nas quais isto não acontecia antes, podendo-se citar como exemplo a PCO. Segundo o controle da Prefeitura, muitos dos avisos de vazamentos são efetuados por pessoal da vigilância, o que denota a importância da divulgação, da conscientização e dos usuários saberem a quem avisar quando observaram um vazamento.

A verificação dos tipos de vazamentos encontrados denota a importância da realização de treinamentos, de uma melhor capacitação do pessoal de manutenção. São inúmeros os casos de má execução do sistema que resultou em vazamento, conserto inadequado de antigo vazamento que resultou em novo vazamento, extravasor - em área não visível - apresentando perda de água, equipamentos mal regulados, entre outros (*Figura 8.2.2*).

O problema mais freqüente é rompimento das tubulações (antigas e com elevada extensão), com uma ocorrência praticamente diária no *campus*.

ROCHA (1996) alertava para o problema da substituição dos antigos tubos de ferro fundido ou aço galvanizado por tubulação de polietileno de alta densidade (PEAD), pois este, naquela época, sofria com “processos de fabricação, estocagem e manuseio, além dos ocorridos na execução do ramal”. Estes problemas estão hoje parcialmente resolvidos, mas problemas de execução permanecem, como ROCHA (1996) havia registrado: tubos mal cortados, adaptadores rompidos por mal assentamento, execução da vala malfeita, entre outros.

Figura 8.2.2 - Exemplos de problemas verificados

Quanto aos procedimentos de manutenção preventiva adotados pela COESF, em “Orientações Para programação de Manutenção Preventiva” (COESF, 2003), esta coordenadoria registra conceitos sobre manutenção preventiva, o porquê de fazer, as recomendações e procedimentos, assim como uma tabela de organização e programação dos serviços, incluindo os de hidráulica (e cronograma proposto).

Reforçam a importância de manutenções preventivas dados como os do PRÓ-ÁGUA, em sua aplicação ao *campus* da UNICAMP. NUNES (2000), registra que, de uma amostra de 441 pontos de utilização, 18,6% apresentaram vazamento, sendo os índices mais elevados os de bacias com válvula (vazamento em 36,7%) e

mictório (vazamento em 21,4%). Os levantamentos contaram com exame visual de flexíveis, registros, torneiras de bóia, torneiras de lavatórios, bebedouros, etc., teste do corante e da caneta (o primeiro havia se mostrado muito demorado) nas bacias sanitárias.

8.3 Alterações em rotinas administrativas

Mais um dos efeitos do Programa foi a atualização das especificações dos equipamentos sanitários (*Tabela 8.3.1*) no sistema Mercúrio - sistema informatizado de gerenciamento de compras da USP, exigindo-se inclusive que o fabricante, além de atender às normas, seja participante do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Em função da evolução dos equipamentos economizadores, esta atualização deve ser constante.

Tabela 8.3.1 - Exemplo de descrição de equipamentos sanitários

<i>Equipamento</i>	<i>Características</i>
Torneira de fechamento automático de mesa	Com arejador, bitola DN 15 (½”), pressão de serviço 20 a 400 kPa, corpo e botão de acionamento em latão cromado, tempo de fechamento até 15 s, em conformidade com NBR 13713/1996
Válvula de descarga	Acabamento “Pública”, bitola DN 32 (1¼”) ou DN 40 (1½”) Acabamento anti-vandalismo, bitola DN 32 (1¼”) ou DN 40 (1½”)
Bacia sanitária com caixa de descarga acoplada - modelo VDR (6 litros)	Em conformidade com NBR 6452/1997, NBR 9060/1997 e complementares
Válvula de descarga de fechamento automático para mictório	Bitola DN 15 (½”), pressão de serviço 20 a 400 kPa, corpo e botão de acionamento em latão cromado, tempo de fechamento até 10 s, em conformidade com NBR 13713/1996
Restritor de vazão para chuveiro	Vazão máxima 8 L/min
Torneira de parede para pia de cozinha	Acionamento por alavanca, bica móvel, arejador articulado, bitola DN 15 (½”), pressão de serviço 20 a 400 kPa, corpo em latão cromado, em conformidade com NBR 10281/2001
Torneira de mesa para pia de cozinha	Acionamento por alavanca, bica móvel, arejador articulado, bitola DN 15 (½”), pressão de serviço 20 a 400 kPa, corpo em latão cromado, em conformidade com NBR 10281/2001.
Torneira para uso geral com arejador	Corpo em latão cromado, bitola ½”, em conformidade com NBR 10281/2001 e complementares.

Fonte: Elaborado a partir de TAMAKI (2003)

Através da instituição das Comissões PURA-Unidade, outro efeito do PURA-USP foi a aproximação também com os assistentes administrativos das Unidades, o que possibilita o auxílio, por parte do Programa, de questões relativas à água e seu uso racional, como por exemplo, a definição de equipamentos mais adequados para determinado uso e suas especificações.

Está em andamento a elaboração de diretrizes do PURA-USP para as Unidades com procedimentos administrativos e técnicos que são recomendados como, por exemplo, o acompanhamento do consumo pela própria Unidade, a adoção de equipamentos economizadores e suas especificações, como realizar o uso/operação e a manutenção dos equipamentos, entre outros.

8.4 Alterações em parâmetros de projeto

Além de diretrizes para uso/operação e manutenção dos sistemas, há necessidade de criar também diretrizes de projeto. Entre as recomendações do Programa, que têm sido amplamente adotadas, estão a instalação de equipamentos economizadores tanto em reformas e ampliações como em novas edificações.

Futuramente, espera-se que também os dimensionamentos dos sistemas possam ser revistos, face à redução do volume de água requerido pelos novos equipamentos sanitários, o que reduziria também o custo de execução de outros sistemas dos edifícios.

8.5 Desenvolvimento tecnológico dos equipamentos

Para a implantação do Programa, fez-se uma parceria com os fabricantes de equipamentos sanitários. Desta forma, na ocorrência sistemática de um problema com um equipamento, um representante técnico do setor de projetos do fabricante era chamado para verificar no local.

Isto aconteceu algumas vezes, destacando-se entre os problemas verificados:

- Torneira eletrônica que não funcionava adequadamente em função da pressão - solicitou-se a troca do modelo para faixa universal de pressão;
- Torneira de copa que não funcionava adequadamente em função da temperatura da água - verificou-se que, na verdade, o modo de utilizar a torneira é que não estava correto;
- Botão de acionamento de torneira de fechamento automático soltava-se sozinho - o modelo de botão foi alterado posteriormente pelo fabricante;
- Alavanca de bacia sanitária quebrava-se com facilidade - o modelo de mecanismo de acionamento foi alterado posteriormente pelo fabricante;
- Sistema de descarga interno à caixa de descarga não funcionava adequadamente - o modelo de mecanismo foi alterado posteriormente pelo fabricante;
- Entupimentos freqüentes das bacias sanitárias - verificou-se ser um problema de uso inadequado aliado às más condições do sistema de esgoto.

Figura 8.5.1 - Problemas verificados em bacias sanitárias com caixa acoplada

8.6 Despertar para a conservação da água - Introdução de fontes alternativas de água

A implantação do PURA-USP trouxe à tona algumas discussões sobre fontes alternativas de água no *campus*, notadamente em relação a:

- Aproveitamento de água de poços;
- Aproveitamento de águas pluviais;
- Reúso de águas.

Desta forma, o Programa tem ampliado seu conceito e adquirido dimensões da Conservação da água.

A seguir, apresenta-se as perspectivas de utilização das fontes alternativas, a demanda existente e as iniciativas que têm sido registradas no *campus*, boa parte delas pelos próprios usuários.

- **Aproveitamento de água de poços**

Segundo IRITANI (1993), foram perfurados, pela Prefeitura da Cidade Universitária, seis poços (6 polegadas de diâmetro cada), com o intuito de complementar o abastecimento e, conseqüentemente, reduzir os gastos com o pagamento de água. Além destes seis, foram instalados uma rede de poços de monitoramento e multiníveis para a observação do comportamento do aquífero.

No contexto hidrogeológico, a autora expõe que grande parte da Cidade Universitária está assentada sobre o Sistema Aquífero São Paulo. Apenas uma pequena área (na qual dois poços profundos exploram baixas vazões - “PP5” e “PP6”) está sobre o Sistema Aquífero Cristalino.

O comportamento do nível da água foi acompanhado nos poços de monitoramento por cerca de dois anos, comprovando-se a relação intrínseca com a pluviometria: “cotas do nível d’água mais elevadas nos meses de janeiro a maio e mais baixas no período de junho”.

Quanto às características da água fornecida, a autora expõe que:

- Quanto à qualidade das águas - “quimicamente potáveis, contudo, muitas das amostras apresentaram altos teores de ferro e manganês”, recomendando-se um “prévio tratamento com aeração e filtragem da água”. Por seu potencial corrosivo, necessita de um plano especial de manutenção dos poços;

- Quanto às vazões e atendimento à demanda, a autora calcula que os poços podem responder por 18% da demanda total - 16 horas de funcionamento, extraindo a vazão ótima estimada (*Tabela 8.6.1*).

Tabela 8.6.1 - Valores de vazão dos poços produtores da Cidade Universitária

<i>Poço</i>	<i>Profundidade</i>	<i>Vazão (m³/h)</i>	<i>Vazão Ótima (m³/h)</i>
“PP1 - Raia 1”	72	36,6	30,0
“PP2 - Raia 2”	66	20,0	
“PP3 - Raia 3”	36	6,0	
“PP4 - Praça do Cavalo”	50	20,0	
“PP5 - Drogasil”	152	6,5	5,0
“PP6 - PCO”	200	9,0	7,0

Fonte: Elaborado a partir de PCO *apud* IRITANI (1993)

Observação: “No caso dos poços PP1, PP5 e PP6, recomenda-se a redução da vazão para 30, 5 e 7 m³/h”

Finalmente, quanto ao perigo de contaminação dos poços, notadamente os localizados junto à Raia Olímpica, apesar do monitoramento ter mostrado que o fluxo da água é no sentido do Rio Pinheiros, ROSS *et alii* (1990) *apud* IRITANI (1993) afirmam que “a exploração dos poços pode inverter a característica de zona de descarga do rio Pinheiros implicando numa alteração negativa da qualidade das águas nos poços produtores”.

Através de modelação matemática, ROSS (1991) *apud* IRITANI (1993) conclui que “sem uma gestão adequada, a extração de água pelos poços através do anos poderá induzir a contaminação do manancial subterrâneo”. Neste último estudo, o autor concluiu que “após a ativação do poço PP1, a poluição chegaria depois de um período de 5 a 10 anos de bombeamento, tornando-se a concentração de pluma constante após um período de 110 anos”.

A *Tabela 8.6.2* apresenta a situação atual destes seis poços.

Tabela 8.6.2 - Poços localizados na Cidade Universitária

<i>Poço</i>			<i>Endereço</i>	<i>Responsabilidade - Utilização atual</i>
0301	EP	P4 - CIVIL	Av. Prof. Luciano Gualberto, 1501	EP - uso esporádico
4912	PCO	P1 - RAIA	Av. Prof. Mello Moraes, 1270	COSEAS - desativado
4913	PCO	P2 - RAIA	Av. Prof. Mello Moraes, 1690	COSEAS - desativado
4914	PCO	P3 - RAIA	Av. Prof. Mello Moraes, 2370	COSEAS - desativado
4915	PCO	P6 - PCO	Av. Prof. Almeida Prado, 1280 Fundos B	PCO - utilizado para lavagem de veículos oficiais, execução de pré-moldados de concreto e lavagem do canil
6203	HU	P5 - DROGASIL	Rua Prof. Orlando M. de Paiva, 10	HU - desativado

Há hoje na Cidade Universitária outros dois poços do Instituto de Geociências, junto ao próprio Instituto, e gerenciados por ele.

Conforme USP (2002a), estes poços destinam-se não só ao abastecimento da edificação, mas principalmente aos objetivos acadêmicos: avaliação de custos de perfuração, energia e manutenção, em comparação com a água superficial, e estudo da geologia e hidrogeologia da Cidade Universitária.

Este Instituto desenvolve ainda outros estudos na Cidade Universitária, entre os quais a avaliação de poços de monitoramento localizados junto à Raia Olímpica e a avaliação da contribuição das perdas das redes de água na recarga do aquífero.

A utilização do conjunto de poços depende, hoje, de um levantamento das condições de operação e da qualidade da água e da definição de um plano de manutenção (análises periódicas da água, condições do sistema de bombeamento, etc.), incluindo responsabilidades.

- **Aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas**

Um caso de aproveitamento de águas pluviais e também de reúso é a utilização da água da Raia Olímpica da USP (*Figura 8.6.1*):

- Uso primário: prática de esportes, tais como remo, canoagem, etc., sob responsabilidade do Centro de Práticas Esportivas da USP (CEPEUSP), o que caracteriza o aproveitamento de águas pluviais;
- Uso secundário: irrigação de jardins e campos de futebol (a área gramada em geral do *campus* não é irrigada), por iniciativa e sob responsabilidade da Prefeitura da Cidade Universitária (PCO), o que caracteriza a prática de reúso.

Figura 8.6.1 - Raia Olímpica da USP e aproveitamento de sua água para irrigação

Existem duas bombas para retirada da água, estimando-se que sejam utilizados 500 m³/mês. Estava em andamento, em novembro de 2004, a instalação de hidrômetros para verificar o volume efetivo do consumo de água.

Para a coleta, transporte e utilização da água são utilizados um carro-pipa (com capacidade para 8 m³) e um trator com reboque tipo “pipinha” (com capacidade para 2 m³).

Outra forma de reúso praticada no *campus*, pode ser observada em alguns laboratórios nos quais os pesquisadores utilizam um pequeno reservatório (abaixo da bancada) para reutilizar a água de resfriamento dos destiladores (conforme exposto no *Capítulo 7*).

8.7 Mudanças comportamentais dos usuários

Como exposto no *Capítulo 6*, a tendência atual tem sido a adoção de equipamentos economizadores, cuja redução de consumo não dependa da ação do usuário, em detrimento do simples estabelecimento de restrição do uso ou de campanhas não elaboradas adequadamente.

Desta maneira, vale retomar os resultados de pesquisa realizada com usuários finais da Cidade Universitária e compará-los com resultados obtidos pelo Programa de Conservação da Água da Universidade de Campinas (PRÓ-ÁGUA), conforme apresentado por NUNES (2000), através de entrevistas realizadas com 254 usuários, o que representa 37% da população fixa dos edifícios em estudo:

- Quanto às torneiras economizadoras de lavatório:
 - 88% consideram as economizadoras melhores ou iguais às antigas,
 - 63% estão satisfeitos com a vazão,
 - 53% consideram o tempo de abertura adequado;
- Quanto às torneiras economizadoras de mictório:
 - 95% consideram-nas melhores ou iguais às antigas.

Os usuários finais da USP, conforme pesquisa apresentada no *Capítulo 7*, assim como os da UNICAMP, apresentaram boa receptividade aos equipamentos economizadores, mesmo frente a alguns problemas como discrepância nos tempos de fechamento das torneiras e entupimentos em bacias sanitárias, provocados, ambos por falha na manutenção, podendo o segundo, ser causado também por mau uso do equipamento.

Os usuários primários (pessoal da manutenção) também têm se mostrado receptivos, mesmo que algumas dificuldades de manutenção ocasionadas, em geral, por desconhecimento dos procedimentos (ajuste do regulador de vazão em torneiras, por exemplo).

Verificada a parcela de comportamento referente à receptividade dos usuários aos novos equipamentos, deve-se verificar a referente a uma real mudança de hábito no desenvolvimento de suas atividades.

Algumas atitudes como introdução de sistema de recirculação, avisos de vazamento, avisos de mau uso, busca de informações sobre o Programa e sobre como colaborar denotam algumas mudanças, denotam um aumento na preocupação das pessoas com a questão da água.

A experiência do PURA-USP tem indicado que manter os usuários informados sobre o que se está fazendo, os resultados obtidos e como eles podem fazer para colaborar potencializa esta participação.

8.8 Redução do consumo de água

Neste item é avaliada a redução do consumo de água verificada na Cidade Universitária, desde 1998, quando deu-se início ao PURA-USP.

São apresentados dados de consumo mensal, de consumo diário *per capita*, além de perfis de vazões, objetivando-se ilustrar os diversos tipos de avaliações que podem ser realizadas.

São citadas também possíveis causas para as variações de consumo, que não só as intervenções do Programa e os fatores que podem influenciar nesta variação.

Conclui-se este item com a apresentação do benefício econômico que o Programa trouxe para a Universidade e os custos envolvidos em sua implementação.

8.8.1 Variação do consumo ocorrida nas Unidades

O acompanhamento do consumo, conforme tabelas e gráficos apresentados nos *Anexos M a P*, permite comprovar, como impacto do Programa, a expressiva redução do consumo de água nas Unidades da Cidade Universitária, mesmo após o término das intervenções.

Os valores de consumo registrados foram obtidos através da diferença entre leituras mensais consecutivas, realizadas nos mesmos dias de leitura da SABESP (para fins de tarifação). São utilizadas as leituras fornecidas pelo sistema de telemedição, complementadas pelas das Unidades e dos Leituristas. Foi realizada uma comparação (e complementação, quando necessária) com as leituras enviadas pela SABESP. No caso de hidrômetros sem leitura *in loco*, são adotadas médias de consumo referentes aos meses anteriores. Desta forma, pode-se afirmar que os dados de consumo apresentam uma maior confiabilidade.

Para as Unidades da Fase 1 são apresentados dados de agosto de 1998 a dezembro de 2003. Mas, para as Unidades da Fase 2, dispõe-se de dados somente a partir de julho de 1999. Por isso, para fins de comparação, utilizou-se como valor de consumo nos meses de agosto de 1998 a junho de 1999 o valor médio de julho a dezembro de 1999.

Os anexos, incluem:

- Tabelas de consumos mensais de água de cada uma das ligações de tarifação SABESP das Unidades da Fase 1 (*Anexo M*) e da Fase 2 (*Anexo N*);
- Tabelas e gráficos comparativos dos consumos mensais totais das Unidades da Fase 1, da Fase 2 e da Cidade Universitária, mês a mês (*Anexo O*);
- Tabelas e gráficos da variação do consumo, desde o início das intervenções do PURA-USP, através de médias mensais calculadas para períodos de seis meses, de cada umas das Unidades da Fase 1 e da Fase 2 (*Anexo P*).

A partir dos dados comparativos dos consumos mensais totais das Unidades da Fase 1, da Fase 2 e da Cidade Universitária, mês a mês, pode-se inferir que não há marcante sazonalidade, ou seja, não há grande variação do consumo em função do período corrente (letivo ou de férias) ou da estação do ano. O que se observa, porém, é um consumo mais elevado no primeiro semestre de cada ano, em relação ao segundo.

Na sequência, são apresentadas conclusões a partir dos dados de variação do consumo das Unidades da Fase 1, da Fase 2 e do *campus*, determinados através de médias de seis meses. A adoção do período de avaliação de seis meses visou atenuar possíveis distorções causadas por anomalias de consumo pontuais como, por exemplo, grandes vazamentos.

8.8.1.1 Unidades da Fase 1

Nestas Unidades pode-se verificar que:

- Após uma expressiva redução do consumo na Fase 1, que se manteve mesmo após o término das intervenções em 1999, a partir de 2001, os patamares atingidos têm se mantido, com algumas oscilações;
- A ocorrência de diversos novos vazamentos em 2002 (EP), além dos vazamentos preexistentes que exigem solução sistêmica, incluindo reformulações das redes (IQ, EP, FFLCH, ICB), reverteu a tendência de queda que o consumo vinha apresentando até 2001. Apesar destes, o consumo verificado no 2ºsem03 foi o mais baixo desde o início das atividades do PURA-USP, em 1998;
- Houve uma redução do consumo de 81.147 (2ºsem98, exceto julho) para 42.583 m³/mês (2ºsem03);
- Tem-se, portanto, como redução do consumo nas Unidades da Fase 1:

ago98/jan99 a ago/dez00	39% (ao término da Fase 1)
ago/dez98 a jul/dez01	47% (um ano após)
ago/dez98 a jul/dez02	42% (dois anos após)
ago/dez98 a jul/dez03	48% (três anos após)

8.8.1.2 Unidades da Fase 2

Nestas Unidades pode-se verificar que:

- As intervenções do PURA-USP reverteram a tendência de aumento no consumo verificada até o início de suas atividades, o que pôde ser observado na maioria das Unidades. De forma similar à Fase 1, nesta Fase 2 os patamares atingidos em 2001 têm se mantido, com algumas oscilações;
- A ocorrência de diversos novos vazamentos em 2002 (IF, CEPEUSP, IP, COSEAS, EEFE, IB), além de vazamentos preexistentes que exigem solução sistêmica, incluindo reformulação das redes (“Região dos Galpões”, COSEAS, IP), reverteu, no primeiro semestre, a tendência de queda que o consumo vinha apresentado até 2001, sendo esta tendência retomada no 2ºsem02 e se mantido desde então;
- Houve uma redução do consumo de 56.734 (2ºsem99) para 45.783 m³/mês (2ºsem03);
- Tem-se, portanto, como redução do consumo nas Unidades da Fase 2:

jul/dez99 a jul/dez01	20% (ao término da Fase 2)
jul/dez99 a jul/dez02	21% (um ano após)
jul/dez99 a jul/dez03	19% (dois anos após)

8.8.1.3 Total da Cidade Universitária

Considerando-se todas as Unidades do *campus* (Fase 1 e Fase 2), conforme *Tabela 8.8.1.3.1 e o Gráfico 8.8.1.3.1*, houve uma redução do consumo de 137.881 (2ºsem98, exceto julho) para 88.366 m³/mês (2ºsem03). Em termos de porcentagens, tem-se como reduções ao longo do tempo:

ago/dez98 a jul/dez99	16% (ao término da Fase 1)
jan/jun00 a jul/dez01	21% (ao término da Fase 2)
ago/dez98 a jul/dez01	36% (um ano após Fase 1)
ago/dez98 a jul/dez02	34% (dois anos após Fase 1)
ago/dez98 a jul/dez03	36% (três anos após Fase 1)

Tabela 8.8.1.3.1 - Consumo médio mensal de água da Cidade Universitária

Consumo (m³/mês)	1998		1999		2000		2001		2002		2003	
	ago/dez	jan/jun	jul/dez	jan/jun	jul/dez	jan/jun	jul/dez	jan/jun	jul/dez	jan/jun	jul/dez	
Fase 1	81.147	61.658	58.574	50.899	46.872	48.193	43.236	44.150	46.889	45.586	42.583	
Fase 2	56.734*	56.734*	56.734	60.453	57.737	51.996	45.303	51.911	44.546	48.415	45.783	
Total	137.881	118.392	115.308	111.352	104.608	100.188	88.539	96.061	91.435	94.001	88.366	

* Adotada a média de jul/dez1999 (adoção conservadora)

Figura 8.8.1.3.1 - Consumo médio mensal de água da Cidade Universitária

Vale observar, ainda, que o consumo total anual do *campus* vem caindo nos últimos seis anos: de 1.654.572 (em 1998) para 1.094.198 m³/ano (em 2003), conforme a *Tabela 8.8.1.3.2* e *Figura 8.8.1.3.2*.

Este último valor poderia ter sido ainda menor caso fossem resolvidos os problemas em redes comprometidas e que ocasionam vazamentos constantes. Considerando as perdas estimadas, em 2002, através dos onze mais elevados consumos noturnos (que totalizaram 122.888 m³), o valor de consumo total, naquele ano, teria sido de 1.002.290 e não de 1.124.978 m³, o que evidencia a importância da permanente gestão da demanda de água na Cidade Universitária.

Tabela 8.8.1.3.2 - Consumo total anual de água da Cidade Universitária

Fase	Consumo de água (m³/ano)					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Fase 1	973.764 ⁽¹⁾	721.391	586.622	548.575	546.234	529.014
Fase 2	680.808 ⁽²⁾	680.808	709.139	583.788	578.744	565.184
Total	1.654.572	1.402.199	1.295.761	1.132.363	1.124.978	1.094.198

⁽¹⁾ Adotou-se como consumo anual 12/5 do consumo total registrado nos cinco últimos meses do ano (405.735 m³)

⁽²⁾ Adotou-se como consumo anual 12/5 do consumo total adotado nos cinco últimos meses do ano (283.670 m³)

Figura 8.8.1.3.2 - Consumo total anual de água da Cidade Universitária

Por fim, deve-se observar que foi economizado, durante todo o período, um total de 2.223.361 m³. Considerando o consumo do *campus* em 2003, ou o consumo mensal de uma família - 20 m³/mês (SABESP, 2003), conclui-se que o volume total economizado acumulado seria suficiente, em valores aproximados, para abastecer o *campus* durante dois anos, ou 110.000 residências em um mês.

8.8.2 Aspectos relevantes na avaliação da variação do consumo de água

8.8.2.1 Causas da variação do consumo

Além das próprias intervenções do Programa, no escopo de suas etapas, podem ser citadas outras causas da variação do consumo das Unidades da Cidade Universitária.

A seguir são retomadas as causas apresentadas no *Capítulo 6*, exemplificando-se através de algumas Unidades, nas quais elas devem ser consideradas durante a avaliação da variação do consumo:

- *Sazonalidade da ocupação em função da distribuição de férias e feriados:*
Bandejões e Conjunto Residencial (Coordenadoria de Assistência Social);
- *Ocorrência de eventos como congressos ou exposições:*
Museu de Arte Contemporânea e Museu de Arqueologia e Etnologia;
- *Sazonalidade do uso da água em função do clima:*
Centro de Práticas Esportivas;
- *Reforma, fechamento, ocupação, realocação de edificações, o que implica em alteração na população e no número de equipamentos:*
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Instituto de Matemática e Instituto de Ciências Biomédicas (ampliações);
- *Ocorrência de eventos periódicos como enchimento de piscinas, limpeza de caixas d'água, troca de água de tanques de experimentos:*
Centro de Práticas Esportivas da USP, Escola Politécnica (laboratórios do Centro Tecnológico de Hidráulica);

- *Instalação ou desativação de equipamentos de uso intermitente em laboratórios ou outros, como ar-condicionado:*

Hospital Universitário (retirada de caldeira);

- *Ocorrência ou eliminação de vazamentos (em redes, reservatórios ou equipamentos):*

Instituto de Química, Hospital Universitário e Faculdade de Ciências Farmacêuticas (operação inadequada do sistema de reservação), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (rede comprometida);

- *Alteração da pressão na rede, com reflexos em vazamentos preexistentes e pontos finais de consumo:*

“Região dos Galpões” (rede comprometida, na qual a instalação de uma válvula redutora de pressão minimizou as perdas).

8.8.2.2 Fatores que influenciam na variação do consumo

No *Capítulo 6* foram apresentados quatro dos fatores que podem influenciar na variação do consumo: condições dos sistemas prediais, tipologia de uso, características dos usuários e delimitação do sistema.

De forma geral, como características dos usuários que influem no consumo, pode-se citar os baixos índices de vazamentos em locais com equipe de manutenção atuante.

Neste trabalho, porém, procura-se avaliar a influência da tipologia de uso (humana, mista, laboratorial ou hospitalar) na variação do consumo.

Para tanto, a seguir são apresentadas, para diferentes tipologias de uso, as variações de consumo mensal e de consumo diário *per capita* e as variações no perfil de vazões.

8.8.2.2.1 Variação do consumo mensal

Voltando-se ao caso particular das Unidades da Fase 1 e avaliando-se o período de 1998 a 2001 (*Tabela 8.8.2.2.1.1*), percebe-se a distribuição das porcentagens de redução segundo faixas em função da tipologia de uso.

Tabela 8.8.2.2.1.1 Consumo médio mensal de água nas Unidades da Fase 1 (a)

Consumo (m³/mês) ⁽¹⁾		1998		1999		2000		2001		Redução (%) ⁽²⁾
		ago/dez	jan/jun	jul/dez	jan/jun	jul/dez	jan/jun	jul/dez		
L	IQ	25.432	13.626	9.642	9.804	10.550	11.481	7.530	70	
	FCF	456	477	436	198	154	150	143	69	
	ICB	6.633	5.825	4.679	3.828	3.661	3.882	3.805	43	
M	EP	18.209	15.661	12.312	14.251	12.487	12.152	11.075	39	
H	HU	23.245	19.841	25.863	17.828	15.046	15.304	15.072	35	
P	FEA	2.750	1.894	1.915	1.949	1.638	1.903	2.094	24	
	FFLCH	4.423	4.335	3.727	3.041	3.336	3.320	3.518	20	
Total		81.147	61.658	58.574	50.899	46.872	48.193	43.236	47	

Fonte: SILVA, TAMAKI, GONÇALVES (2002) & GONÇALVES, TAMAKI, SILVA (2004)

⁽¹⁾ L - Laboratorial, M - Misto (Laboratorial e Humano), H - Hospitalar, P - Humano

⁽²⁾ Redução total de ago/dez1998 a jul/dez2001

Nota-se que os usos laboratorial e humano são extremos. Apesar de parte dos pontos especiais, característicos de edificações com tipologia de uso laboratorial, não terem sofrido intervenções (quando possível, foram instalados arejadores nas torneiras de laboratório), as Unidades laboratoriais apresentam maior porcentagem de redução do consumo.

Pode-se indicar algumas razões para um maior potencial de redução do consumo nestas edificações:

- Maior complexidade dos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário:

- Quantidade maior de pontos de utilização e conseqüentemente, de pontos que possam apresentar perdas,
- Redes internas geralmente mais extensas,
- Diversidade de equipamentos, principalmente os de uso específico (muitos dos quais impossibilitam a interrupção no suprimento de água e conseqüente dificuldade de manutenção das redes);
- Consumos normalmente elevados que, por vezes, mascaram perdas por mau funcionamento dos sistemas (válvulas de bóia, por exemplo). Grandes variações do consumo em locais que apresentam consumos elevados são menos sentidas que nos locais com baixo consumo.

Mas, se forem considerados os dados de 2002 e 2003 (*Tabela 8.8.2.2.1.2*), percebe-se algumas alterações nas porcentagens que podem ser atribuídas à ocorrência de um grande vazamento no Instituto de Química, obras de ampliação no Instituto de Ciências Biomédicas e eliminação de um problema no sistema de reservação do Hospital Universitário. Daí a importância do conhecimento das causas de variação do consumo.

Tabela 8.8.2.2.1.2 - Consumo médio mensal de água nas Unidades da Fase 1 (b)

	<i>Consumo (m³/mês)⁽¹⁾</i>	<i>2002</i>		<i>2003</i>		<i>Redução (%)⁽²⁾</i>
		<i>jan/jun</i>	<i>jul/dez</i>	<i>jan/jun</i>	<i>jul/dez</i>	
<i>L</i>	<i>IQ</i>	8.062	8.093	8.819	11.067	56
	<i>FCF</i>	119	109	114	183	60
	<i>ICB</i>	4.261	4.486	4.662	4.302	35
<i>M</i>	<i>EP</i>	10.658	11.991	10.266	10.370	43
<i>H</i>	<i>HU</i>	15.762	17.117	16.566	12.008	48
<i>P</i>	<i>FEA</i>	1.902	1.784	1.978	1.676	39
	<i>FFLCH</i>	3.387	3.310	3.181	2.978	33
<i>Total</i>		44.150	46.889	45.586	42.583	48

⁽¹⁾ L - Laboratorial, M - Misto (Laboratorial e Humano), H - Hospitalar, P- Humano

⁽²⁾ Redução total de ago/dez1998 a jul/dez2003

8.8.2.2.2 Variação do consumo diário *per capita*

O *Anexo Q* apresenta as populações fixas, os consumos corrigidos totais das Unidades e os consumos diários *per capita* de todas as Unidades da Cidade Universitária, de ago/dez98 a jul/dez02.

Foram considerados para a determinação da população o número de alunos de graduação, de pós-graduação, os docentes (em números equivalentes em relação ao tempo de dedicação), pesquisadores e outros, conforme detalhado no *Anexo B*.

Vale observar que, conforme apresentado no *Capítulo 7*, registrou-se como média do crescimento da população quase 10% nas Unidades da Fase 1 e de quase 3% nas demais, mas foi grande a variação em relação a esta média, algumas crescendo mais, outras inclusive reduzindo-se.

Quanto ao consumo, ele foi denominado corrigido em função da existência de edificações compartilhadas por populações de diferentes Unidades. Desta forma, buscou-se a máxima correspondência possível entre consumos e populações de cada Unidade.

Considerando todas as Unidades da Cidade Universitária, conforme a *Tabela 8.8.2.2.1*, a redução do consumo *per capita* no período avaliado foi de 38%, passando de 114 para 70 L/dia/pessoa, sendo este o menor valor desde o início do PURA-USP.

Tabela 8.8.2.2.1 - Consumo médio diário *per capita* da Cidade Universitária (população fixa)

Consumo (L/dia/pessoa)	Consumo per capita		Redução (%)	Menor valor de consumo per capita	
	ago/dez98	jul/dez02		Valor	Período
<i>Fase 1</i>	118	62	47	59	jan/jun02
<i>Fase 2</i>	108	81	25	81	jul/dez02
Total	114	70	38	70	jul/dez02

Considerando-se dentre todas as Unidades da Cidade Universitária, aquelas cujo agente consumidor (como definido o *Capítulo 6*) mais significativo é a população fixa e avaliando-se as causas da variação de consumo, confirmou-se a hipótese inicial de que o consumo *per capita* em Unidades com tipologia de uso humano (entre 10 e 20 L/dia/pessoa) é inferior ao uso misto (por volta dos 50 L/dia/pessoa) e este, por sua vez, inferior ao laboratorial (superior a 200 L/dia/pessoa).

Retomando-se os valores de referência para o *per capita*, conforme apresentados por GONÇALVES (2002), observa-se que tanto em edifício público como em escola - externato, o valor de consumo seria de 50 L/dia/pessoa. Portanto, verifica-se que há uma grande demanda por indicadores de consumo.

Deve-se destacar, então, os estudos em andamento de GONÇALVES *et alii* (2004) para determinação de indicadores de uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio, o que atende a esta demanda. Os autores comentam, porém, uma grande variabilidade dos dados analisados (a exemplo do verificado neste trabalho) e que índices de consumo reduzidos não significam necessariamente uso racional, pois, em alguns casos, “o estado geral dos ambientes sanitários é bastante precário, o que inibe o seu uso.”

Apesar da variabilidade dos indicadores e da dificuldade de extrapolações para outros locais, estes indicadores constituem um ponto de referência para a avaliação de implementações em situações semelhantes (o que possibilita a prática de *benchmarking*).

Determinados os consumos *per capita* em função da população fixa percebe-se, porém, que em alguns locais este não é o agente consumidor mais representativo. O *Anexo R* apresenta o *per capita* em locais cuja tipologia de uso é diferenciada, assim como o total de agentes consumidores, entre os quais - leitos, visitantes, vagas, público freqüentador, refeições e alunos.

A variação destes *per capita*, em algumas Unidades ou edificações específicas de Unidades, está disponível na *Tabela 8.8.2.2.2.2*.

Tabela 8.8.2.2.2.2 - Consumo médio diário *per capita* de algumas Unidades da Cidade Universitária (outros agentes consumidores)

Consumo (L/dia/ agente consumidor)	Tipologia de uso	Agente Consumidor	Consumo per capita		Redução (%)	Menor valor de consumo per capita (período)
			ago/dez98	jul/dez02		
HU	hospital- escola	leito	2.138	1.830	14	1.413 (jul/dez00)
		atendimento	6,2	4,4	30	3,7 (jul/dez01)
MAC	museu	visitante	1,3	1,6	-24	0,5 (jul/dez01)
COSEAS	creche	vaga	166	89	46	89 (jul/dez02)
	conjunto residencial	vaga	311	307	1	221 (jul/dez01)
	restaurante	refeição	25	26	-6	17 (jan/jun00)
FE	escola	aluno	112	85	24	76 (jul/dez01)
CEPEUSP	clube esportivo	público freqüentador	2,3	3,8	-61	2,3 (jul/dez/99)
MAE	museu	visitante	1,7	2,4	-43	1,5 (jul/dez99)

Avaliando-se estes dados (por exemplo, quase todos os menores valores não coincidem com o último período), ratifica-se a importância do conhecimento das causas da variação do consumo e da utilização destes parâmetros de controle como alertas para a gestão da demanda.

Deve-se ressaltar também a importância de verificar o peso de cada agente consumidor. Talvez a adoção mais correta fosse um agente híbrido: no caso do Hospital, por exemplo, composto por população fixa, leitos e atendimentos. Mas, sendo este um hospital-escola, deve-se atentar ainda para suas diferenças em comparação a uma tipologia exclusivamente hospitalar.

A respeito dos quatro locais que apresentaram aumento no consumo diário *per capita*, tem-se:

- *MAC e MAE (museus)*: a sazonalidade de visitantes é muito elevada, desta forma, em algumas épocas do ano o agente consumidor representativo é a população

flutuante (visitantes) mas, em outras, é a população fixa, sendo então realmente necessário a determinação de um agente híbrido;

- *COSEAS (restaurante)*: a lavagem de alimentos (torneiras de copa) é responsável por grande parcela do consumo da água, mesmo porque dois dos quatro “bandejeões” não possuem sanitários para o público. Portanto, as intervenções nestes locais foi limitada à substituição das torneiras e racionalização dos hábitos. Por outro, lado foram detectados alguns vazamentos no último período o que elevou muito o consumo em relação aos períodos anteriores;
- *CEPEUSP (clube esportivo)*: o consumo elevado é função de vazamentos recorrentes, principalmente na rede que abastece o Estádio Olímpico e as Piscinas Múltiplas, como atestam os consumos destas duas ligações (*Anexo N*). Além dos vazamentos, esta Unidade passou por algumas reformas que demandaram consumo de água, além de rotinas de enchimento de piscinas que ocorrem em determinadas épocas do ano com mais frequência.

Finalmente, para fins de referência, apresenta-se na seqüência valores obtidos por OLIVEIRA (1999), em sua implantação de PURA em um hospital (Instituto do Coração do Complexo do Hospital das Clínicas de São Paulo - PURA-InCor) e em uma escola (Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus Fernão Dias Paes - PURA-EE), e por SALERMO *et alii* (2004), em seus estudos de implantação do PRÓ-ÁGUA em um hospital (Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas):

- *PURA-InCor (OLIVEIRA, 1999)*:
 - Consumo no período histórico: 1.618 L/leito/dia,
 - Após a eliminação de vazamentos: 1.158 (redução de 28,4%),
 - Consumo no período histórico da segunda etapa do PURA-InCor: 1.382,
 - Após a substituição dos componentes por economizadores: 1.171 (15,3%);

- *PRÓ-ÁGUA Hospital Universitário (SALERMO et alii, 2004):*
 - Consumo antes das intervenções: 1.326,8 litros/leito funcionante*dia,
 - Após a eliminação de vazamentos: 1.057,6 (20,29%);
- *PURA EE (OLIVEIRA, 1999):*
 - Consumo no período histórico: 81,1 L/aluno/dia,
 - Após a eliminação de vazamentos: 4,5 (94%),
 - Após a substituição de componentes por economizadores: 4,1 (8,9%).

Conclui-se que os valores destas duas tipologias de uso - hospital e escola - são mais elevados na Cidade Universitária do que nos locais estudados pelas autoras.

A importância da determinação destes parâmetros de controle é sua utilização como alertas no caso de anomalias e avaliadores do impacto do Programa, dentro do sistema *campus* e, como referência, para sistemas externos semelhantes. Mas, em ambos os casos, devem ser avaliadas as causas de variação do consumo (que não só as intervenções), a tipologia de uso e o agente consumidor mais adequado. Desta forma, ratifica-se a importância do conhecimento dos sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário assim como da dinâmica dos usuários.

8.8.2.2.3 Variação do perfil de vazões

Conforme apresentado no *Capítulo 6*, a medição setorizada e, em especial, a telemedição possibilitam uma informação mais qualificada acerca do consumo.

Neste trabalho são apresentados perfis de consumo relativos a quatro ligações de água de tarifação SABESP, cada qual com uma tipologia de uso diferente, cujo posicionamento e área por elas abastecidas estão disponíveis no *Anexo D*.

A fim de verificar as alterações ocorridas nos perfis de consumo, neste *Capítulo 8* são apresentados perfis comparativos de um mesmo período em anos distintos, e no *Anexo S* são apresentados perfis semestrais de 1998 (ou 1999) a 2002 (ou 2003), estes últimos com valores de vazão de zero hora.

A seguir são apresentadas algumas das possíveis conclusões. Vale observar que, assim como no caso dos consumos *per capita*, várias são as informações/conclusões que podem ser obtidas através dos perfis, explicitando-se neste trabalho apenas algumas.

Exemplo A - FCF Bloco 13B (uso laboratorial)

- *Figura 8.8.2.2.3.1:* em todos os períodos avaliados o patamar de consumo constante da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, de 0,5 a 1,0 m³/h (1998), foi eliminado após a implantação do PURA-USP (2002);
- *Anexo S:* 1ºsem - vazamentos em 1999 e consumo noturno,
2ºsem - vazamentos em 1998/1999 e consumo noturno.

Exemplo B - EPUSP Engenharia Civil (uso misto):

- *Figuras 8.8.2.2.3.2 e 8.8.2.2.3.3:* em todos os períodos avaliados o patamar de consumo constante da Engenharia Civil da Escola Politécnica, de 4,0 a 6,0 m³/h (1999), foi reduzido após a implantação do PURA-USP (2003) para patamar inferior a 2,0 m³/h, mas ainda não eliminado (exige solução específica);
- *Anexo S:* 1ºsem/2ºsem - vazamentos em todos os anos e consumo noturno sendo reduzido.

Exemplo C - FEA Principal (uso humano)

- *Figuras 8.8.2.2.3.4:* o comportamento regular e adequado do perfil da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade permanece. Considerando que a Unidade já possuía equipamentos economizadores e uma equipe atuante de manutenção, o perfil não sofreu grandes alterações entre 1999 e 2003;
- *Anexo S:* 1ºsem - consumo noturno de cerca de 1,0 m³/h (2003),

2ºsem - consumo noturno de cerca de 0,7 (1999), reduzido para 0,3 m³/h (2003).

Exemplo D - HU Antigo Principal (uso hospitalar):

- *Figuras 8.8.2.2.3.5:* problemas operacionais no reservatório do Hospital Universitário podem ser observados tanto no perfil constante de cerca de 25 m³/h (1998/1999), como no de cerca de 100 m³/h alternados com vazões nulas, em função de operação manual do sistema (2002). Esta situação foi regularizada somente ao final de 2003;
- *Anexo S:* 1ºsem - consumo noturno de cerca de 30 m³/h (direto) em 1999 e janeiro de 2000,
2ºsem - consumo noturno de cerca de 30 m³/h (direto) em 1998 e 1999.

Com relação aos perfis apresentados no *Anexo S*, a maioria dos patamares diferentes de zero representam consumo noturno e vazamentos (principalmente este último). Mas parte dos períodos (os que não foram citados anteriormente) representam curvas de enchimento dos reservatórios.

Exemplo A - FCF Bloco 13B

Figura 8.8.2.2.3.1 - Variação do perfil de vazões - FCF Bloco 13B

Exemplo B - EPUSP Engenharia Civil

Figura 8.8.2.2.3.2 - Variação do perfil de vazões - EPUSP Engenharia Civil (a)

Figura 8.8.2.2.3.3 - Variação do perfil de vazões - EPUSP Engenharia Civil (b)

Exemplo C - FEA Principal

Figura 8.8.2.2.3.4 - Variação do perfil de vazões - FEA Principal

Exemplo D - HU Antigo Principal

Figura 8.8.2.2.3.5 - Variação do perfil de vazões - HU Antigo Principal

8.9 Benefício econômico

Além do impacto - redução do consumo, o PURA-USP acarretou em elevado benefício econômico para a Universidade.

Optou-se por realizar uma avaliação baseada na redução dos valores gastos com o pagamento de serviços de água/esgoto, no valor total gasto com os recursos do PURA-USP (implementação do Programa e outros) e nos benefícios total e líquido acumulados.

A *Tabela 8.9.1* e o *Gráfico 8.9.1* apresentam dados de participação dos pagamentos com concessionárias no total de despesas de custeio (exceto pessoal e investimento da USP), no período de 1997 a 2003.

Tabela 8.9.1 - Participação dos pagamentos com concessionárias no total de despesas de custeio, exceto pessoal e investimento da USP

<i>Componentes</i>	<i>Valores pagos (R\$ 1.000.000,00)</i>						
	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>
<i>Água</i>	17,57	14,73	13,56	11,28	12,22	13,28	13,24
<i>Energia</i>	8,64	9,63	10,70	12,72	11,58	17,10	21,23
<i>Telefonia</i>	5,10	5,74	5,61	6,53	8,06	10,85	10,49
<i>Total de Despesas (exceto pessoal)</i>	104,64	130,07	111,61	125,00	158,48	191,15	212,19

Fonte: Elaborado a partir de CODAGE (2004)

Pode-se verificar que a queda no gasto com água na USP foi de R\$ 17,57 milhões para R\$ 13,24 milhões, apesar dos aumentos de tarifa terem totalizado, durante este período, cerca de 69% (16,2% em setembro de 1999, 13,0% em junho de 2001, 8,2% em agosto de 2002 e 19,0% em agosto de 2003, em valores médios de reajustes).

Fonte: Elaborado a partir de CODAGE (2004)

Figura 8.9.1 - Gastos com pagamentos com concessionárias

A tabela com porcentagens de participação relativa no total de despesas e respectivo gráfico estão disponíveis no *Anexo T*.

Pode-se verificar, neste anexo, que a água foi o único dos três insumos a apresentar um comportamento consistente de queda no percentual de participação relativa no total de despesas de custeio, apresentando de 1997 a 2003 uma redução de participação de 16,79% para 6,24%.

Em termos financeiros, conforme dados de CODAGE (2001), constatou-se que dois foram os movimentos responsáveis pelos ganhos que de 1998 a setembro de 2001 representaram um impacto financeiro estimado de R\$ 21,6 milhões: a redução de 25% da tarifa (aplicada às ligações de água da Cidade Universitária) e a redução do consumo decorrente da implementação do Programa.

Na seqüência, na *Tabela 8.9.2* e no *Gráfico 8.9.2* são apresentados os gastos com os recursos do PURA-USP (implementação do Programa e outros), de 1998 a 2003, em valores totais e em porcentagens, por tipo de gasto.

No *Anexo U* tem-se disponível a distribuição em porcentagens segundo cada ano.

Tabela 8.9.2 - Gastos com os recursos do PURA-USP

<i>Valores (mil R\$)</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>Total</i>
<i>Contrato SABESP</i>	828,40	0,00	889,62	726,93	0,00	0,00	2.444,95
<i>Equipamento Sanitário</i>	0,00	347,35	130,00	93,82	93,70	0,00	664,87
<i>Material Hidráulico</i>	0,00	28,06	44,79	15,00	0,00	0,00	87,85
<i>Setorização/ Telemedicação</i>	0,00	16,74	177,90	97,56	9,73	101,59	403,52
<i>Infra-estrutura Equipe Técnica</i>	0,00	0,19	0,00	13,00	0,00	235,87	249,06
<i>Pessoal</i>	63,95	131,33	149,66	195,67	209,09	107,72	857,42
<i>Equipamentos LSP</i>	0,00	79,80	0,00	17,97	120,00	33,62	251,40
<i>Outros gastos PURA -USP</i>	0,00	36,50	92,38	0,00	100,00	0,00	228,88
<i>Outros gastos CUASO</i>	0,00	120,91	0,00	49,61	199,20	191,80	561,52
<i>Outros gastos externos à CUASO</i>	0,00	131,38	42,53	169,86	57,70	267,10	668,57
<i>Total</i>	892,35	892,26	1.526,90	1.379,42	789,42	937,70	6.418,04

Figura 8.9.2 - Gastos com os recursos do PURA-USP

Finalmente, apresenta-se o cálculo simplificado do benefício econômico total e do líquido obtidos pelo PURA-USP. A *Tabela 8.9.3* apresenta o benefício total, sendo os valores trazidos para o valor presente de 2003 pelas taxas de reajuste das tarifas de água/esgoto praticadas pela SABESP. Desta forma este benefício totaliza **R\$ 52.982,44 mil.**

Tabela 8.9.3 - Cálculo simplificado do benefício econômico total do PURA-USP

Período	pré-PURA-USP		PURA-USP				
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Pagamentos para a SABESP - CUASO e outros (mil R\$) ⁽¹⁾	17.570,00	14.730,00	13.560,00	11.280,00	12.220,00	13.280,00	13.240,00
Custo da água + esgoto (R\$/m ³) ⁽²⁾	9,06	6,80	6,80	7,76	8,76	8,76	9,48
Volume de água consumido (m ³)	1.939.294	2.166.176	1.994.118	1.453.608	1.394.977	1.515.982	1.396.624
Hipótese: Inexistência do PURA-USP							
Volume de água consumido (m ³) ⁽³⁾	1.939.294	1.939.294	1.939.294	1.939.294	1.939.294	1.939.294	1.939.294
Custo da água + esgoto (R\$/m ³) ⁽⁴⁾	9,06	9,06	9,06	10,34	11,68	11,68	12,64
Pagamentos para a SABESP - CUASO e outros (mil R\$)	17.570,00	17.570,00	17.570,00	20.052,30	22.650,95	22.650,95	24.512,67
Benefício (mil R\$) ⁽⁵⁾	0,00	2.840,00	4.010,00	8.772,30	10.430,95	9.370,95	11.272,67
Taxa de correção dos valores a 2003 ⁽⁶⁾	1,3951	1,3951	1,3951	1,2224	1,0822	1,0822	1,0000
Valor atualizado a 2003 (mil R\$)	0,00	3.962,21	5.594,53	10.723,58	11.288,29	10.141,16	11.272,67
Benefício total acumulado (mil R\$)							52.982,44

⁽¹⁾ A CUASO representa cerca de 90% do valor total

⁽²⁾ Considerado o valor da faixa de consumo acima de 50 m³/mês, tarifas setor público sem (1997) e com contrato de PURA (1998 a 2003)

⁽³⁾ Considerado a manutenção do patamar de consumo de 1997

⁽⁴⁾ Considerado o valor da faixa de consumo acima de 50 m³/mês, tarifas setor público sem contrato de PURA

⁽⁵⁾ Diferença entre os valores da hipótese e os efetivamente realizados

⁽⁶⁾ Taxa corrigida pelo aumento das tarifas de água até 2003

Retomando-se os valores gastos com recursos PURA-USP e subtraindo-se destes aqueles destinados a equipamentos LSP, outros gastos CUASO e outros gastos externos à CUASO, obtém-se R\$ 4.936,56 mil. Utilizando-se o Índice Nacional de Custos da Construção Civil (INCC), da Fundação Getúlio Vargas, e trazidos para valor presente de 2003, os gastos com a implementação do PURA-USP totalizam **R\$ 6.374,68 mil.** Portanto, o benefício econômico líquido acumulado pelo PURA-USP, entre 1998 e 2003, foi de **R\$ 46.607,76 mil.**

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

9.1 A metodologia de implementação do Programa

Primeiramente, pode-se afirmar que a metodologia proposta:

- No panorama da crescente escassez de água nos grandes centros urbanos: atende à demanda de ações sistêmicas no nível dos sistemas prediais, inserindo-se na mudança de paradigma de exclusiva gestão da oferta para também da demanda;
- No desenvolvimento histórico dos sistemas prediais, principalmente nas últimas décadas: atende às necessidades dos usuários (Desempenho) com economia de água e atribuição de Qualidade aos sistemas e seus componentes.

Para tanto, e considerando o *campus* universitário como um sistema complexo composto por tipologias de uso e conseqüentes necessidades dos usuários bem distintas, conclui-se que a implantação deve ser antecedida por um planejamento, que inclua desde o levantamento da motivação para o Programa até sua estruturação.

Quanto a pré-implantação e implantação (*Figura 4.1*), estas devem incluir:

- Contatos com as Unidades, com as empresas contratadas e com parceiros do Programa (fabricantes de equipamentos, por exemplo);
- Caracterização das Unidades (sistemas preexistentes, usos da água e consumos) e definição de fases para a implantação de modo a potencializar seus resultados;
- Atualização dos cadastros (quase sempre desatualizados ou inexistentes);
- Utilização de métodos não destrutivos para a detecção de vazamentos;
- Eliminação de vazamentos em redes e reservatórios, recomendando-se o início pelas redes, em função do elevado potencial de redução do consumo;
- Elaboração de diretrizes para a substituição de equipamentos e especificações técnicas que contemplem o atendimento a PSQs e exigências dos usuários;
- Conhecimento das atividades dos usuários e processos envolvidos para então propor procedimentos mais eficientes (em cozinhas, laboratórios, rega, etc.);
- Treinamentos para o pessoal de manutenção quanto a detecção de vazamentos e operação e manutenção dos equipamentos, além de pesquisas de opinião;

- Campanhas educativas para os usuários finais sobre a situação da água e, em especial, operação dos equipamentos, além de pesquisas de opinião.

Mas, conforme a proposição inicial deste trabalho, algumas destas atividades devem ser mantidas no pós-implantação do Programa, assim como a gestão da demanda de água: além do levantamento de dados (para o qual pode-se dispor desde instrumentos como as leituras diárias até a medição setorizada e a telemedição), conclui-se que devem ser determinados parâmetros de controle - alertas para situações de anormalidade (consumos mensais e diários *per capita*, e perfis de vazões), e procedimentos de atuação nestes casos.

9.2 Os resultados do Programa

Além do impacto - redução do consumo de água, através deste trabalho pode-se inferir que a implementação do Programa, desde que realizada de forma estruturada e permanente, resulta em efeitos:

- Aumento do conhecimento sobre as características e condições dos sistemas;
- Restaurações e adequações (restabelecimento das condições de operação e atendimento aos requisitos de Desempenho) e até modernizações dos sistemas (aumento da funcionalidade, aplicação de Qualidade);
- Facilidade de manutenção em função da uniformização dos equipamentos;
- Redução de chamados de manutenção, em função da revisão dos sistemas;
- Criação de ciclo de *feedback* entre a equipe que dispõe dos dados de consumo e as equipes de manutenção e a conseqüente mais rápida eliminação de vazamentos;
- Capacitação das equipes de manutenção;
- Percepção de problemas mais recorrentes, concluindo-se que, assim como em uma cidade, a gestão de perdas em rede em um *campus* é prioritária;
- Padronização para aquisição de equipamentos e adoção de equipamentos economizadores tanto em substituições como em novos projetos;
- Maior preocupação por parte do pessoal administrativo com o consumo de água;
- Estudo de tecnologias inovadoras em ambientes controlados e possibilidade de retorno à sociedade de equipamentos mais adequados;

- Assimilação, por parte dos usuários, de equipamentos economizadores;
- Mudanças de hábitos, efeito este de difícil obtenção e dependente de campanhas permanentes e *feedback* aos usuários sobre os resultados de suas ações.

Além destes efeitos, a implementação de um Programa de Uso Racional da Água, geralmente conduz à Conservação da Água, com a introdução de fontes alternativas, tais como o aproveitamento de água de poços e de águas pluviais e o reúso de águas, o que deve ser estimulado. Entretanto, apesar de serem práticas antigas, carecem de estudos e de legislações a respeito, o que implica em cuidados especiais; devendo ser complementares ao uso racional da água, não comprometer a saúde das populações e não acarretar em desequilíbrios ambientais.

Além destes efeitos internos ao *campus* universitário, conclui-se, através deste trabalho, que há possibilidade de revisão de parâmetros de projeto, em função de menores vazões e volumes proporcionados pelos equipamentos economizadores. Para o redimensionamento de tubulações e reservatórios contribuem a medição setorizada e a telemedição. Desta forma, pode-se economizar materiais e energia, e reduzir a geração de esgotos.

Conforme proposição inicial deste trabalho, se estes efeitos forem gerenciados e se a gestão da demanda for mantida, assim como a do próprio Programa, os impactos serão potencializados, notadamente a redução do consumo de água, que pode ser quantificada através dos parâmetros de controle. Mas, infere-se que a avaliação deve ser cuidadosa, destacando-se a importância da verificação de outras causas da variação no consumo (sazonalidades, ampliações, reformas, limpezas, vazamentos) e de fatores que podem influenciar nesta variação (condições dos sistemas, tipologia de uso, características dos usuários como a proatividade, etc.).

9.3 A gestão de Programas Permanentes de Uso Racional da Água

Entre outros, a gestão do Programa deve contar com:

- O comprometimento da direção da Universidade, em cuja estrutura ele deve estar devidamente inserido;
- Capacitação das equipes e sua ciência da importância de suas atividades para a atividade principal da instituição (o ensino, a pesquisa e a extensão universitária);
- Estabelecimento de objetivos, de metas evolutivas, e de seus respectivos prazos;
- Base na informação, com ciclos ágeis, devendo-se primar não somente pela quantidade de informações, mas também por sua qualidade, considerando-se o dinamismo dos sistemas, dos usuários e de suas necessidades;
- Visão sistêmica de como funcionam os mecanismos de interação entre planejamento, implantação, gestão da demanda de água, de como estes resultam em impactos e efeitos, e de como o gerenciamento dos efeitos possibilita a potencialização dos impactos;
- Visão sistêmica de como o subsistema PURA interage com o sistema Universidade, do qual é parte integrante.

9.4 O PURA-USP

A *Tabela 9.4.1* apresenta considerações sobre a implementação do Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo e alguns de seus efeitos.

Transcorridos seis anos do início do PURA-USP, as proposições iniciais deste trabalho puderam ser comprovadas:

- Sua implementação estruturada e em caráter permanente (incluindo planejamento, pré-implantação, implantação, pós-implantação e, durante todo seu desenvolvimento, gestão da demanda da água) acarretou, além de expressiva redução do consumo, em efeitos como alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário, em rotinas de manutenção predial e administrativas, e em parâmetros de projeto; desenvolvimento tecnológico dos equipamentos; despertar para a conservação da água; e mudanças comportamentais dos usuários;
- O gerenciamento destes efeitos, aliado à gestão da demanda da água e do próprio Programa, têm mantido, ou até mesmo reduzido, os patamares de consumo.

Tabela 9.4.1 - Implementação e efeitos do PURA-USP

Planejamento	
<i>Motivação:</i>	elevado consumo de água (150 mil m³/mês, em 1997) e conseqüente gasto (R\$ 1,46 milhões por mês), além do interesse da Universidade em promover pesquisas
<i>Objetivos:</i>	reduzir o consumo de água e manter o perfil de consumo reduzido ao longo do tempo, implantar um sistema estruturado de gestão da demanda de água, e desenvolver uma metodologia que pudesse ser aplicada futuramente em outros locais
<i>Situação:</i>	4.173.644 m² de área do <i>campus</i> , 724.986 m² de área edificada, 214 edificações e população fixa de 54.941 pessoas
<i>Estruturação:</i>	constituição da Comissão PURA-USP e das Comissões PURA-Unidade
Pré-implantação	
Definidas fases para as intervenções: Fase 1 (7 Unidades responsáveis por cerca de 50% do consumo) - 1998/1999 e Fase 2 (demais 21 Unidades) - 2000/2001	
Implantação	
<i>Etapas 1 a 3</i> - possibilitaram a verificação de características e condições dos sistemas:	
<i>Consumo de água médio:</i> 137.881 m³/mês (em ago/dez98), utilizados para consumo humano e animal, sistemas laboratoriais e de refrigeração, práticas de esportes, rega, limpeza, etc.	
<i>Redes e reservatórios cadastrados:</i> 36.837 m e 467, respectivamente	
<i>Pontos de utilização preexistentes:</i> 19.181, dos quais 55,8% torneiras, 20,9% bacias (65,1% válvulas e 34,9% caixas), 6,1% mictórios, 7,7% chuveiros e duchas e 9,6% pontos especiais	
<i>Equipamentos apresentando vazamento:</i> 2,5%, sendo os que apresentaram maiores porcentagens de vazamento foram mictórios coletivos e válvulas de descarga	
<i>Etapas 4</i> - foram levantados 240 destiladores, com perda média de 50 L/L de água destilada (2.893 m³/mês). Como conclusão dos estudos, apresentou-se uma associação de alternativas:	
- correta regulagem da vazão da água de entrada dos destiladores, a fim de otimizar o sistema - conforme levantamento preliminar é pequena a influência desta na produção de água destilada,	
- substituição dos destiladores por equipamentos mais sofisticados de purificação - nos quais a perda é bem inferior ou quase nula, tais como osmose reversa e ultrapurificação,	
- localização destes equipamentos sofisticados numa central: o que exige logística de entrega	
<i>Etapas 5</i> - conforme pesquisas junto aos usuários:	
- primários: a mais freqüente reclamação foi o tempo de fechamento das torneiras (discrepante e muitas vezes elevado)	
- finais: 76% afirmam comunicar quando vêem vazamento, 52% julgam suficiente o tempo de fechamento das torneiras, 25% consideram as bacias VDR melhores e, quanto ao sistema de descarga, 42% consideram a válvula e 41% a caixa acoplada	
Gestão da demanda de água	
<i>Coleta dos dados:</i> contas/faturas, leituras <i>in loco</i> , medição setorizada e telemedição - sistema digital de barramento de campo, com 62 hidrômetros comunicando-se em novembro de 2004	
<i>Acompanhamento do consumo</i> - ligações de tarifação (122), de setorização (45) e de macromedição (1). Através da comparação entre as leituras de tarifação e as do macromedidor conclui-se que as perdas em rede totalizam 25%	
<i>Determinação de parâmetros de controle:</i> consumos mensal e diário <i>per capita</i> , perfis de consumo	
<i>Atuação no caso de anomalias:</i> organização do fluxo de informações, aviso às Unidades, auxílio na detecção de vazamentos, indicação de solução para vazamentos ou processos que desperdicem água	
Efeitos	
Todos os efeitos citados foram sentidos em maior ou menor grau na Cidade Universitária, podendo-se acrescentar algumas considerações:	
<i>Atividades de manutenção:</i> 78% dos vazamentos são de responsabilidade USP, 33% ocorrem no alimentador predial (confirmando ser este um trecho crítico do sistema), 50% foram percebidos por pessoal do Programa e 36% são eliminados em até 3 dias	
<i>Adoção de fontes alternativas:</i>	
- <i>poços:</i> sua utilização depende hoje de um levantamento das condições de operação e da qualidade da água e da definição de um plano de manutenção (incluindo responsabilidades);	
- <i>água da Raia Olímpica:</i> aproveitamento de águas pluviais (uso primário - prática de esportes) e reúso (uso secundário - irrigação de jardins e campos de futebol)	

Comprovada a aplicabilidade da metodologia de implementação proposta e confirmados os efeitos resultantes, cabe observar o grande impacto do PURA-USP - a redução do consumo de água:

- *Consumo mensal*: redução de 36%, de 137.881 para 88.366 m³/mês (1998-2003). Conclui-se que mesmo após concluídas as intervenções (notadamente, eliminação de vazamentos e substituição de equipamentos), o consumo sofreu nova queda, principalmente nas Unidades da Fase 1 - cuja redução atingida ampliou-se de 39%, ao final das intervenções, para 48% em 2003;
- *Consumo mensal por tipologia de uso*: redução de 43% a 70% - em laboratorial, 39% - misto, 35% - hospitalar, e 20% a 24% - humano (1998-2001), considerando-se as Unidades da Fase 1. Notou-se, portanto, que os usos laboratorial e humano são extremos. Apesar de parte dos pontos especiais (característicos de laboratorial), não sofrerem intervenções, estas Unidades apresentam sistemas mais complexos e consumos normalmente elevados que, por vezes, mascaram perdas;
- *Consumo diário per capita (população fixa)*: redução de 38%, de 114 para 70 L/dia/pessoa, sendo este o menor valor de todo o período (1998-2002). Confirmaram-se valores em tipologia de uso laboratorial (acima de 200 L/dia/pessoa) superiores ao uso misto (por volta dos 50) e estes, por sua vez, superiores ao humano (entre 10 e 20);
- *Consumo diário per capita (outros agentes consumidores)*: no Hospital Universitário, redução de 14%, em relação aos leitos (2.138 para 1.830 L/dia/leito), ou 30%, em relação aos atendimentos (6,2 para 4,4 L/dia/atendimento), o que denota a importância da determinação de um agente consumidor híbrido (ponderado); e na Escola de Aplicação, de 24% (112 para 85 L/dia/aluno). Em outros locais, porém, nos quais há maior sazonalidade, ocorrência de vazamentos, ou outros, registrou-se aumento, concluindo-se a importância da verificação das causas da variação do consumo (1998-2002);
- *Perfis de vazões*: verificou-se a eliminação total e/ou parcial de vazamentos, após a implantação do PURA-USP; a pouca variação em um edifício que já possuía equipamentos economizadores e equipe de manutenção atuante; e a regularização da operação de um reservatório.

Por fim, em relação ao impacto financeiro do Programa, o benefício econômico total acumulado, de 1998 a 2003, foi de R\$ 52,98 milhões (em valores de 2003). Considerando que foram gastos na implementação do PURA-USP R\$ 6,37 milhões, o benefício econômico líquido acumulado foi de R\$ 46,61 milhões.

9.5 Perspectivas de novos estudos

Recomenda-se o desenvolvimento e/ou aprofundamento de estudos, em temas como:

- *Equipamentos economizadores*: perfil de consumo dos equipamentos - volume de água por ciclo, tempo e frequência de acionamentos; restritores de vazão em duchas (principalmente em ambientes hospitalares); desempenho de bacias sanitárias com caixas de descarga modelo *dual flush* e de válvulas de ciclo fixo;
- *Gestão da demanda de água*: utilização da telemedição para avaliação do regime de operação do sistema de reservação e sua otimização, assim como de redes; determinação de indicadores de consumo em diferentes tipologias de uso; previsão da demanda a partir do perfil histórico de consumo; e tecnologias de telemedição e sua integração com medições de outras utilidades (energia, gás);
- *Introdução de fontes alternativas*: maiores estudos sobre aproveitamento de água de poços e pluviais, e reúso de águas - viabilidade técnica, sanitária, econômico-financeira e gerencial.

A metodologia proposta e os resultados avaliados neste trabalho devem ser apenas o ponto de partida para os interessados em implementar Programas desta natureza.

Um Programa de Uso Racional da Água exige muito mais do que a simples eliminação de vazamentos e substituição de equipamentos, exige o caráter permanente do Programa, a gestão contínua da demanda de água (incluindo instrumentos como a medição setorizada e a telemedição), a mudança de comportamento dos usuários (tornando-se estes cada vez mais conscientes e proativos) e, principalmente, o comprometimento de cada um de nós.

LISTA DE REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. Apresenta o âmbito de atuação dos Comitês Técnicos de Normalização. Disponível em: < http://www.abnt.org.br/estrut_escopo_body.htm>. Acesso em: 31 mar. 2004.

ACDI - AGENCE CANADIENNE DE DÉVELOPPMENT INTERNATIONAL. **Cooperação Bilateral Canadá-Brasil Para O Desenvolvimento. Anexo E - Diretrizes Para a Elaboração de Propostas de Projeto.** Gatineau: 2001. (Apresenta conceitos sobre impactos e efeitos como resultados de um projeto). Disponível em: <http://www.acdi-cida.gc.ca/cida_ind.nsf/vLUallDocByIDEn/F89A653ECC7F585185256A81005FF52D?OpenDocument>. Acesso em: 11 out. 2004.

ALMEIDA, G.G.; GONÇALVES, O.M. **Avaliação Durante Operação (ADO) Metodologia Aplicada aos Sistemas Prediais.** São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1994. 21p. (Boletim Técnico. EPUSP. BT/PCC/133).

ANTONIOLI, P.E. **Estudo crítico sobre subsídios conceituais para o suporte do planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas.** São Paulo, 2003. 241p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

AWWA - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Conservation. **Journal AWWA**, p.55, Aug. 1993.

AZEVEDO, L.G.T.; BALTAR, A.M.; FREITAS, P. A Experiência Internacional. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água.** São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.19-27.

AZEVEDO, T.L. **Consumo de água do IPEN.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <humberto.tamaki@poli.usp.br> em 12 maio 2004.

BARRETO, D. The evaluation of building water conservation program employing forecasting water building consumption approach. In: 26TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Rio de Janeiro, Brazil, 2000. **Anais.** Rio de Janeiro, Brazil. 2000. 13p.

CARDIA, N.; ALUCCI, M.P. **Campanhas de educação pública voltadas à economia de água.** São Paulo: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 1998. (DTA - Documento Técnico de Apoio nº B2).

CIB - INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. **CIB - Agenda 21 para a construção sustentável.** São Paulo, 2000. 131p. (Tradução do Relatório CIB - Publicação 237).

CODAGE - COORDENADORIA DE ADMINISTRAÇÃO GERAL DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Relatório de Gestão 1994-2001**. São Paulo: CODAGE, 2001.

_____. **Participação dos Pagamentos com Concessionárias no Total de Despesas de Custeio**. São Paulo: CODAGE, 2004. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <pura@poli.usp.br> em 21 jan. 2004.

COESF - COORDENADORIA DO ESPAÇO FÍSICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **As atividades da Coordenadoria do Espaço Físico da USP COESF**. São Paulo: 2003. (Apresenta as atividades da COESF e as diretrizes e instrumentos para execução de serviços). Disponível em: <<http://www.coesf.usp.br/objetivos.php>>. Acesso em: 26 ago. 2003.

CONEJO, J.G.L. O Sistema Paulista de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a Cobrança pelo Uso da Água. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água**. São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.127-134.

CUYPER, K.; DINNE, K.; VEL, L.V. Rainwater Discharge from Green Roofs. In: 30TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Paris, France, 2004. **Anais**. Paris, France. 2004, 12p.

DERRIEN, F.; GOUVELLO, B. Collecting and Reusing Rain Water in Apartment Buildings in France: Importance of in situ Experiments and Their Lessons. In: 29TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Ankara, Turkey, 2003. **Anais**. Ankara, Turkey. 2003. 13p.

DOE - DEPARTMENT OF ENERGY OF THE UNITED STATES OF AMERICA. Washington, 1992. **Public Law 102-486 - Energy Policy Act**. (Title I-Energy Efficiency, Subtitle C-Appliance and Equipment Energy Efficiency Standards, Section 123-Energy Conservation Requirements for Certain Lamps and Plumbing Products). Disponível em: <http://energy.navy.mil/publications/law_us/92epact/hr_0123.htm>. Acesso em: 19 jan. 2004.

DOE - DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. São Paulo, 2001. **Decreto nº 45.805 - Institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável e dá providências correlatas**. Imprensa Oficial. Disponível em: <<http://www.imprensaoficial.com.br>>. Acesso em: 17 jan. 2004.

_____. São Paulo, 2003. **Decreto nº 48.138 - Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso da água no âmbito do Estado de São Paulo**. Imprensa Oficial. Disponível em: <<http://www.imprensaoficial.com.br>>. Acesso em: 17 jan. 2004.

EPUSP - ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.
Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo - PURA-USP. São Paulo: LSP/PCC/EPUSP, 1998/2003. (Relatórios nº 1 a 5 e Retrospectivas 1999, 2000, 2001 e 2002).

FARINA, H. **Formulação de diretrizes para modelos de gestão da produção de projetos de sistemas prediais.** São Paulo, 2002. 130p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

FIORI, S.; FERNANDES, V.M.C.; PIZZO, H.S. Avaliação do potencial de reúso de águas cinzas em edificações. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, Brasil, 2004. **Anais.** São Paulo, Brasil. 2004. 9p.

FONINI, A.; FERNANDES, V.M.C.; PIZZO, H.S. Estudo para determinação da capacidade de aproveitamento das águas pluviais e das águas cinzas em um complexo esportivo universitário. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, Brasil, 2004. **Anais.** São Paulo, Brasil. 2004. 5p.

FOWELL, A.J; et alli. Water and Water-Related Conservation in Buildings. In: 5TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Washington, USA, 1976. **Anais.** Washington, USA. 1976. 11p.

FUJI TECOM. Tokyo, Japan. 2004. **Apresenta os equipamentos e as tecnologias de detecção de vazamentos de água em redes enterradas.** Disponível em: <<http://www.fujitecom.com>>. Acesso em: 15 maio 2004.

GONÇALVES, O.M. **Contribuições para a economia e qualidade dos sistemas prediais.** São Paulo, 1997. Concurso de Livre-Docência Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

_____. **Notas de aula da disciplina PCC-5715 Qualidade de Sistemas Prediais.** São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2001.

_____. **Notas de aula da disciplina PCC-2465 Sistemas Prediais I.** São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2002. Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br/Graduacao/pcc465>>. Acesso em: 16 mar. 2002.

_____. **Estágio atual dos estudos de Conservação de Água.** São Paulo, Escola Politécnica, 25 jun. 2003a. / Palestra proferida por ocasião do II Encontro Sobre Conservação de Água nos Edifícios /

_____. Evaluating Companies' Water-Use Management Programs. **Plumbing Systems & Design**, Chicago, n.4, p.6-7, Mar/Apr 2003b. (ASPE - American Society of Plumbing Engineers).

GONÇALVES, O.M.; et alii. Indicadores de uso Racional da água para escolas de ensino fundamental e médio com ênfase em índices de consumo. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, Brasil, 2004. **Anais**. São Paulo, Brasil. 2004. 13p.

GONÇALVES, O.M.; et alii. **Medidas de racionalização do uso da água para grandes consumidores**. Brasília: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 1999. 35p. (DTA - Documento Técnico de Apoio nº B3).

GONÇALVES, O.M.; TAMAKI, H.O.; SILVA, G.S. Water-Conservation Programs on Campus: The University of São Paulo Case Study. **Plumbing Systems & Design**, Chicago, n.11, p.14-15, May/June 2004. (ASPE - American Society of Plumbing Engineers). Disponível em: <http://www.psdmagazine.org/pdf/May_Jun_04/14_15.pdf>. Acesso em: 31 maio 2004.

GOUVELLO, B.; KHOUIL, Y.; DERRIEN, F. The French experience in rainwater reuse in buildings for collective use. In: 30TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Paris, France, 2004. **Anais**. Paris, France. 2004, 11p.

GRAÇA, M.E.A.; GONÇALVES, O.M. Desempenho de Sistemas Prediais: Conceitos Fundamentais. **Revista Engenharia Mackenzie**, São Paulo, p.7-13, jan./fev. 1986.

_____. The need of formal operations and maintenance considerations in water supply and drainage systems design process. In: 25TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Edinburgh, Scotland, 1999. **Anais**. Edinburgh, Scotland. 1999, 7p.

HAGER, F.P.V. **Águas subterrâneas**. Brasília, 2001. /Palestra proferida para a SRH - Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente/. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/pas/aguassub/doc/aguassub.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2003.

ILHA, M.S.O. **Qualidade dos Sistemas Hidráulicos Prediais**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Construção Civil, 1993. 50p. (Texto Técnico. EPUSP. TT/PCC/07).

ILHA, M.S.O.; et alii. Water conservation program at the State University of Campinas. In: 28th CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Iasi, Romania, 2002. **Anais**. Iasi, Romania. 2002. 10p.

ILHA, M.S.O.; GONÇALVES, O.M. **Sistemas Prediais de Água Fria**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1994. (Texto Técnico. EPUSP. TT/PCC/08).

ILHA, M.S.O.; KONEN, T.P. Defining the Functional Performance of Toilets. **Plumbing Engineer**, Northbrook, p.33-39, Apr. 2000.

IRITANI, M.A. **Potencial hidrogeológico da Cidade Universitária de São Paulo**. São Paulo, 1993. 97p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

KAUFFMAN Jr, D.L. **Sistemas Um: Introdução ao Pensamento Sistêmico**. Minneapolis: A. S. Carlton Publisher, 1980. The Innovative Learning Series. (Tradução de: Systems 1: An Introduction to Systems Thinking).

LANDI, F.R. **A Evolução Histórica das Instalações Hidráulicas**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1993. (Boletim Técnico. EPUSP. BT/PCC/100).

LIAO, M.C.; et alii. Study on Rooftop Rainwater Harvesting System in Existing Building of Taiwan. In: 30TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Paris, France, 2004. **Anais**. Paris, France. 2004, 16p.

LUZ, E.L.B. **Sistemas de distribuição de água fria: concepção e dimensionamento**. São Paulo, 1982. 208p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MANO, R.S.; SCHMITT, C.M. Captação residencial de água pluvial, para fins não potáveis, em Porto Alegre: aspectos básicos da viabilidade técnica e dos benefícios do sistema. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, Brasil, 2004. **Anais**. São Paulo, Brasil. 2004. 15p.

MARQUES, V.A.A.M. **A inserção do campus da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira", na malha urbana da Cidade de São Paulo**. São Paulo, 1998. 186p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MAY, S. **"Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações"**. São Paulo, 2004. 159p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MAZZIERO, R. **Consumo de água do IPT**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <gisele.silva@poli.usp.br> em 12 maio 2004.

MEJIA, A. Introdução. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água**. São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.9.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Brasília. **Programas Setoriais da Qualidade de Materiais (PSQs)**. PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/relacao_PSQs.htm>. Acesso em: 07 jun. 2004.

_____. Brasília, 2003. **Programa Setorial da Qualidade de Metais Sanitários e Aparelhos Economizadores de Água**. PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/psqs/metais_sanitarios/metais_sanitarios_ini_psq.htm>. Acesso em: 30 jan. 2004.

_____. Brasília, 2004. **Programa Setorial da Qualidade de Louças Sanitárias para Sistemas Prediais**. PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/psqs/loucas_sanitarias/loucas_sanit_ini_psq.htm>. Acesso em: 30 jan. 2004.

MONTENEGRO, M.H.F.; SILVA, R.T. Economia de água: quadro de necessidades e linhas de ação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, Brasil, out. 1986. **Anais**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986. p.7-26.

MURAKAWA, S., IIO, A. A study on the estimate of water demand in various buildings based on the multiple regression analysis. In: 17TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Gavle, Sweden, 1989. **Anais**. Gavle, Sweden. 1989. 16p.

NUNES, S.S. **Estudo da conservação de água em edifícios localizados no campus da Universidade Estadual de Campinas**. Campinas, 2000. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

O BANCO MUNDIAL. 2004. Água para o desenvolvimento - Água para o povo. Disponível em: <http://www.obancomundial.org/content/_downloadglobe.php?code_globe=1014>. Acesso em: 12 jan. 2004.

OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. São Paulo, 1999. 319p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

_____. Guidelines for waste of water control in buildings. In: 26TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Rio de Janeiro, Brazil, 2000. **Anais**. Rio de Janeiro, Brazil. 2000. 10p.

OLIVEIRA, L.H.; GONÇALVES, O.M.; GRAÇA, M.E.A. Water loss control and efficient components in water conservation programs in buildings. In: 25TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Edinburgh, Scotland, 1999. **Anais**. Edinburgh, Scotland. 1999. 11p.

OLIVEIRA Jr, O.B. **Avaliação do desempenho funcional de bacias sanitárias de volume de descarga reduzido com relação à remoção e transporte de sólidos.** Campinas, 2002. 282p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

PASSETO, W.; GONÇALVES, O.M. A methodology to evaluate water use management programs in companies. In: 27TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Portoroz, Slovenia, 2001. **Anais.** Portoroz, Slovenia. 2001. 10p.

PEDROSO, L.P. **Subsídios para a implementação de sistema de manutenção em campus universitário, com ênfase em conservação de água.** Campinas, 2002. 173p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

PETRUCCI, A.L. **Metodologia para seleção de configuração de sistemas prediais de água em edificações que abriguem múltiplas economias.** São Paulo, 2001. 261p. 2v. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PRADO, R.T.A. (Organizador). **Execução e Manutenção de Sistemas Hidráulicos Prediais.** 1ª edição. São Paulo: Pini, 2000. 191p.

REBOUÇAS, A.C. Águas Subterrâneas (cap. 4). In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Organizadores). Instituto de Estudos Avançados da USP e Academia Brasileira de Ciências. **Águas doces no Brasil.** São Paulo: Escrituras, 1999. p.117-150.

ROCHA, A.L; MONTENEGRO, M.H.F. **Conservação de água no uso doméstico: esforço brasileiro.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, Brasil, out. 1986. **Anais.** São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986. p.289-315.

ROCHA, S. Ladrão das águas. **Téchne**, São Paulo, n.25, p.16-20, nov/dez 1996.

SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Consumo de água da Cidade Universitária.** [mensagem pessoal]. Mensagem via Fac-símile recebida por Orestes Marraccini Gonçalves em 24 jun. 1997.

_____. São Paulo. **Consumo per capita no Brasil.** Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/pura/noticias_dados/dados_consumo_per_capita.htm>. Acesso em: 04 dez. 2003.

_____. **Projeto-Implantação do Programa do Uso Racional da Água na USP.** São Paulo: Sabesp, 1999/2002. (Relatórios de implantação do PURA na Universidade de São Paulo, 45 vol.).

_____. São Paulo. **Poços artesianos.** Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/sabesp_ensina/intermediário/pocos/default.htm>. Acesso em: 27 jan. 2004a.

_____. São Paulo. **Reuso das Águas - Alternativa do presente para garantir o futuro.** Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/a_sabesp/tecnologia/reuso_aguas.htm>. Acesso em: 27 jan. 2004b.

SALERMO, L.S; et alii. Análise do perfil de abastecimento de água do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, Brasil, 2004. **Anais.** São Paulo, Brasil. 2004. 9p.

SCHEE, W.G.V. Experiences with a collective domestic water system in Leidsche Rijn. In: 30TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Paris, France, 2004. **Anais.** Paris, France. 2004, 5p.

SCHERER, F.A. **Uso racional da água em escolas públicas: diretrizes para Secretarias de Educação.** São Paulo, 2003. 256p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SILVA, G.S. **Considerações no Estudo do Reaproveitamento da Água de Destiladores.** São Paulo: 2001. 43p. (Estudo elaborado para a disciplina PHD 5749 - Tratamento e Uso de Esgotos).

SILVA, G.S.; TAMAKI, H.O.; GONÇALVES, O.M. Implantação de programas de uso racional da água em *campi* universitários. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, Brasil, 2004. **Anais.** São Paulo, Brasil. 2004. 14p.

SILVA, G.S.; TAMAKI, H.O.; GONÇALVES, O.M. Water conservation programs in university campi - University of São Paulo Case Study. In: 28TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Iasi, Romania, 2002. **Anais.** Iasi, Romania. 2002. B3, 13p.

SILVA, R.T. **Abastecimento de Água na Macro-Região de São Paulo - Perspectivas a Curto, Médio e Longo Prazos. Gestão da Demanda.** INSTITUTO DE ENGENHARIA. Disponível em: <<http://www.ie.org.br/agua/Ricardo%20Toledo.htm>>. Acesso em: 29 de jan. 2004.

SILVA, R.T.; CONEJO, J.G.L.; GONÇALVES, O.M. **Apresentação do programa.** Brasília: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 1998. 48p. (DTA - Documento Técnico de Apoio nº A1).

SIMIONI, W.I.; GHISI, E.; GÓMEZ, L.A. Potencial de economia de água tratada através do aproveitamento de águas pluviais em postos de combustíveis: estudos de caso. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Paulo, Brasil, 2004. **Anais.** São Paulo, Brasil. 2004. 11p.

TAMAKI, H.O. **A Medição Setorizada como Instrumento de Gestão da Demanda de Água em Sistemas Prediais - Estudo de Caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. São Paulo, 2003. 151p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

TAMAKI, H.O.; SILVA, G.S.; GONÇALVES, O.M. Submetering as an element of water demand management in water conservation programs. In: 27TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Portoroz, Slovenia, 2001. **Anais**. Portoroz, Slovenia. 2001, 10p.

TAMAKI, H.O.; SILVA, G.S.; GONÇALVES, O.M. Submetering as an instrument of water demand management in building systems - University of São Paulo Case Study. In: 30TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Paris, France, 2004. **Anais**. Paris, France. 2004, 12p.

THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água**. São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. 256p.

UNESCO - UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. World Water Resources at the Beginning of the 21ST Century. 1999. **Apresenta a disponibilidade de recursos hídricos no mundo**. Disponível em: <<http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/summary.html>>. Acesso em: 08 mar. 2004.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Appliance and Equipment Energy Efficiency and Water Standards: Recommendations for Establishing State and Local Incentive Programs for Voluntary Replacement of Plumbing Products by Consumers**. Washington: 1995. (Apresenta recomendações para a implantação de programas de substituição voluntária de equipamentos sanitários no contexto da Energy Policy Act de 1992). Disponível em: <<http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-GENERAL/1995/January/Day-24/pr-237.html>>. Acesso em: 19 jan. 2004.

_____. **Water Conservation Plan Guidelines**. Washington: 1998. (Apresenta as diretrizes para implantação de programas de conservação da água). Disponível em: <<http://www.epa.gov/owm/wecongid.htm>>. Acesso em: 24 nov. 2001.

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. São Paulo, 1988. **Estatuto da Universidade de São Paulo - Título I - da Universidade e seus fins**. Disponível em: <<http://leginf.uspnet.usp.br/estatuto/estatuto.html>>. Acesso em: 13 jun. 2004.

_____. **Anuário Estatístico USP**. São Paulo: USP, 2003.

_____. São Paulo, 2001a. **Portaria GR N° 3290** (Dispõe sobre a criação do Programa de Uso Racional da Água na Universidade de São Paulo). Disponível em: <<http://leginf.uspnet.usp.br/port/pgr3290.htm>>. Acesso em: 17 jan. 2004.

_____. São Paulo, 2001b. **Portaria GR N° 3291**. (Dispõe sobre a aplicação do Programa USP de Economia de Água Potável). Disponível em: <<http://leginf.uspnet.usp.br/port/pgr3291.htm>>. Acesso em: 17 jan. 2004.

_____. São Paulo, 2002a. **Instituto de Geociências ganha poço artesiano**. (Apresenta os poços da Cidade Universitária). 24 jan. 2002. Disponível em: <<http://www.usp.br/agen/bols/2002/rede893.htm>>. Acesso em: 6 jun. 2004.

_____. São Paulo, 2002b. **Perfil da Reitoria Órgãos e Atividades**. (Apresenta a Coordenadoria do Espaço Físico - COESF e seus objetivos). Disponível em: <http://adm2.recad.uspnet.usp.br/codage/quali/perfil_reitoria.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2004.

_____. São Paulo, 2004. **Centro de Práticas Esportivas da USP**. (Apresenta o Centro de Práticas Esportivas da USP - CEPEUSP). Disponível em: <<http://www.cepe.usp.br>>. Acesso em: 13 jun. 2004.

VICKERS, A. The Energy Policy Act: Assessing Its Impact on Utilities. **Journal AWWA**, p.53-62, Aug. 1993.

_____. Implementing the US Energy Policy Act. **Journal AWWA**, Jan. 1996.

WEBER, J.A. Integrating Conservation Targets Into Water Demand Projections. **Journal AWWA**, p.63-70, Aug. 1993.

YOSHIMOTO, P.M. São Paulo, 2003. **Abastecimento de Água na Macro-Região de São Paulo - Perspectivas a Curto, Médio e Longo Prazos. Consumos e quotas per capita. Perdas. Necessidades de água das bacias vizinhas**. INSTITUTO DE ENGENHARIA. Disponível em: <<http://www.ie.org.br/Yashimoto2.htm>>. Acesso em: 29 de jan. 2004.

YOSHIMOTO, P.M.; et alli. Uso racional da água: programa de economia de água em edifícios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, Rio de Janeiro, Brasil, 1997. **Anais**. Rio de Janeiro: ABES, 1997. p.1296-1307. 1 CD-ROM.

GISELE SANCHES DA SILVA

**PROGRAMAS PERMANENTES DE USO RACIONAL DA ÁGUA
EM *CAMPI* UNIVERSITÁRIOS: O PROGRAMA DE USO
RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Mestre em Engenharia.

Volume 2

São Paulo

2004

GISELE SANCHES DA SILVA

**PROGRAMAS PERMANENTES DE USO RACIONAL DA ÁGUA
EM *CAMPI* UNIVERSITÁRIOS: O PROGRAMA DE USO
RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração:
Engenharia de Construção Civil

Orientador:
Prof. Titular
Orestes Marraccini Gonçalves

Volume 2

São Paulo

2004

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Gisele Sanches da

Programas permanentes de uso racional da água em *campi* universitários: O Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo / Gisele Sanches da Silva. -- São Paulo, 2004.

328p. 2v.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

**1.Uso racional da água 2.Gestão da demanda de água
3.*Campi* universitários 4.PURA-USP I.Universidade de São Paulo.
Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.**

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	19
3 SISTEMAS PREDIAIS DE SUPRIMENTO DE ÁGUA FRIA E DE EQUIPAMENTO SANITÁRIO E PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA	21
3.1 Sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário ..	21
3.1.1 Evolução histórica	21
3.1.2 Características	29
3.1.3 Conceitos de Desempenho e Qualidade.....	34
3.2 Programas de uso racional da água.....	44
4 PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA.....	51
4.1 Planejamento do Programa	53
4.1.1 Motivação para a implantação do Programa	53
4.1.2 Definição dos objetivos do Programa.....	56
4.1.3 Aprofundamento do diagnóstico da situação	57
4.1.4 Estruturação do Programa.....	58
4.2 Pré-implantação do Programa.....	58
4.3 Implantação do Programa e suas etapas.....	60
4.3.1 Etapa 1 - Diagnóstico geral	60
4.3.2 Etapa 2 - Redução de perdas físicas	61
4.3.3 Etapa 3 - Redução de consumo nos pontos de utilização.....	65
4.3.4 Etapa 4 - Caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água	70
4.3.5 Etapa 5 - Divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos	72
4.4 Pós-implantação do Programa.....	73

5 GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA	74
5.1 Atualização do cadastro das ligações de água	74
5.2 Acompanhamento do consumo - Instrumentos da gestão da demanda	75
5.3 Atuação no caso de anomalias do consumo	82
5.4 Exemplo de implantação da medição setorizada associada a sistema digital de telemedição via barramento de campo.....	84
6 RESULTADOS DE PROGRAMAS PERMANENTES DE USO RACIONAL DA ÁGUA	88
6.1 Alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário	92
6.2 Alterações em rotinas de manutenção predial	95
6.3 Alterações em rotinas administrativas	103
6.4 Alterações em parâmetros de projeto	104
6.5 Desenvolvimento tecnológico dos equipamentos	108
6.6 Despertar para a conservação da água - Introdução de fontes alternativas de água	109
6.6.1 Aproveitamento de água de poços	110
6.6.2 Aproveitamento de águas pluviais.....	115
6.6.3 Reúso de águas	122
6.7 Mudanças comportamentais dos usuários.....	125
6.8 Redução do consumo de água	128
6.8.1 Aspectos relevantes na avaliação da variação do consumo de água.....	128
6.8.1.1 Causas da variação do consumo	128
6.8.1.2 Fatores que influenciam na variação do consumo	129
6.8.2 Variação do consumo e determinação de parâmetros de controle	130
6.8.3 Benefício econômico	134
7 O PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO	135
7.1 Histórico	135
7.2 Planejamento do PURA-USP	139
7.2.1 Motivação	139
7.2.2 Objetivos	140
7.2.3 Situação	141
7.2.3.1 A Universidade de São Paulo e a Cidade Universitária	141

7.2.3.2 Sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário na Cidade Universitária	144
7.2.3.3 Usos da água na Cidade Universitária	147
7.2.4 Estruturação	148
7.3 Implantação do PURA-USP na Cidade Universitária	149
7.3.1 Fases de implantação	149
7.3.1.1 Fase 1	149
7.3.1.2 Fase 2	151
7.3.2 Atividades pré-implantação	154
7.3.3 Implantação e suas etapas	155
7.3.3.1 Etapa 1 - Diagnóstico geral	155
7.3.3.2 Etapa 2 - Redução de perdas físicas	156
7.3.3.3 Etapa 3 - Redução de consumo nos pontos de utilização.....	159
7.3.3.4 Etapa 4 - Caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água.....	164
7.3.3.4.1 O caso específico dos destiladores	165
7.3.3.5 Etapa 5 - Divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos ..	172
7.3.4 Atividades pós-implantação	178
7.4 Gestão da demanda de água na Cidade Universitária.....	179
7.4.1 Cadastro das ligações de água.....	180
7.4.2 Acompanhamento do consumo	180
7.4.2.1 Ligações de tarifação.....	180
7.4.2.2 Ligações de setorização.....	184
7.4.2.3 Ligação de macromedição	186
7.4.3 Atuação no caso de anomalias do consumo	188
7.4.4 Instrumentos da gestão da demanda	191
7.4.4.1 Medição setorizada	192
7.4.4.2 Telemedição	194
7.5 Avaliação das ações implantadas.....	198
8 RESULTADOS DO PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO	200
8.1 Alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário	200
8.2 Alterações em rotinas de manutenção predial	201

8.3 Alterações em rotinas administrativas	205
8.4 Alterações em parâmetros de projeto	206
8.5 Desenvolvimento tecnológico dos equipamentos	206
8.6 Despertar para a conservação da água - Introdução de fontes alternativas de água	207
8.7 Mudanças comportamentais dos usuários	212
8.8 Redução do consumo de água	213
8.8.1 Variação do consumo ocorrida nas Unidades	214
8.8.1.1 Unidades da Fase 1	215
8.8.1.2 Unidades da Fase 2	216
8.8.1.3 Total da Cidade Universitária	216
8.8.2 Aspectos relevantes na avaliação da variação do consumo de água	219
8.8.2.1 Causas da variação do consumo	219
8.8.2.2 Fatores que influenciam na variação do consumo	220
8.8.2.2.1 Variação do consumo mensal	221
8.8.2.2.2 Variação do consumo diário <i>per capita</i>	223
8.8.2.2.3 Variação do perfil de vazões	227
8.9 Benefício econômico	235
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	240
9.1 A metodologia de implementação do Programa	240
9.2 Os resultados do Programa	241
9.3 A gestão de Programas Permanentes de Uso Racional da Água	242
9.4 O PURA-USP	243
9.5 Perspectivas de novos estudos	246
LISTA DE REFERÊNCIAS	247
ANEXOS	257
ANEXO A - Evolução da área construída da Cidade Universitária	258
ANEXO B - Evolução da população fixa da Cidade Universitária	260
ANEXO C - Planta da Cidade Universitária com ligações de água	262
ANEXO D - Detalhes da planta da Cidade Universitária	263
ANEXO E - Cronograma de atividades - Fases 1 e 2	266
ANEXO F - Levantamento de pontos de utilização - Fases 1 e 2	267
ANEXO G - Características das ligações de água - Fases 1 e 2	269

ANEXO H - Modelo de levantamento dos laboratórios, usos da água e possibilidades.....	273
ANEXO I - Resultados de questionário aplicado a docentes e alunos - Fase 1.....	277
ANEXO J - Consumo de água através do macromedidor	284
ANEXO L - Modelo de levantamento de usuários e usos da água para fins de setorização	285
ANEXO M - Consumo de água através das ligações de tarifação - Fase 1.....	289
ANEXO N - Consumo de água através das ligações de tarifação - Fase 2.....	295
ANEXO O - Comparação mês a mês do consumo - Fases 1 e 2.....	310
ANEXO P - Variação do consumo - Fases 1 e 2	311
ANEXO Q - Variação do consumo <i>per capita</i> (população fixa) - Fases 1 e 2....	314
ANEXO R - Variação do consumo <i>per capita</i> (outros agentes consumidores) - Fases 1 e 2	317
ANEXO S - Variação do perfil de vazões (valores de 0h) - Fase 1	319
ANEXO T - Gastos com pagamento de concessionárias	327
ANEXO U - Gastos dos recursos do PURA-USP (implementação e outros)....	328
APÊNDICE I - INSERÇÃO DE PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA NO PANORAMA DA SITUAÇÃO DA ÁGUA	
APÊNDICE II - EQUIPAMENTOS SANITÁRIOS ECONOMIZADORES	
APÊNDICE III - CONSIDERAÇÕES NO ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE DESTILADORES	

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1.2.1 - Possibilidade de classificação de subsistemas do edifício	30
Figura 3.1.2.2 - Exemplo de esquema de sistema de suprimento de água fria ...	31
Figura 3.1.2.3 - Esquema de instalação de um sistema de medição.....	32
Figura 3.1.2.4 - Interface entre subsistemas do sistema de suprimento e disposição de água	33
Figura 3.2.1 - Metodologia para implantação de PURA em edifícios	48
Figura 3.2.2 - Metodologia para implantação de PURA em grandes consumidores	49
Figura 3.2.3 - Metodologia de implantação do PRÓ-ÁGUA no <i>campus</i> da UNICAMP	50
Figura 4.1 - Fluxograma proposto para Programa Permanente de Uso Racional da Água em <i>campus</i> universitário.....	52
Figura 4.3.2.1 - Locador de massa metálica e medidor de distâncias	62
Figura 4.3.2.2 - Haste de escuta, geofone eletrônico e correlacionador de ruídos.....	63
Figura 4.3.4.1 - Destilador instalado em laboratório	70
Figura 5.2.1 - Esquema de medição setorizada associada à telemedição.....	77
Figura 5.2.2 - Hidrômetro com saída pulsada e detalhes de seus elementos	78
Figura 5.2.3 - Sistema digital de telemedição via barramento de campo.....	79
Figura 5.2.4 - Hidrômetros eletrônicos (modelos DN50, DN25 e DN20) e amplificador/regenerador de sinal	80
Figura 5.2.5 - Módulo de rádio para o hidrômetro, interface de comunicação e coletor de dados.....	80
Figura 5.4.1 - Exemplo de roteiro de implantação de medição setorizada associada à telemedição via barramento de campo	85
Figura 5.4.2 - Gráfico do vazamento	86
Figura 5.4.3 - Localização e detalhe do vazamento.....	87
Figura 6.1 - Variáveis urbanas essenciais da Cidade Universitária	90
Figura 6.1.1 - Possibilidades de intervenção em função do nível tecnológico desejado.....	93
Figura 6.2.1 - Fases de um empreendimento	97
Figura 6.2.2 - Fontes de falhas na comunicação	98
Figura 6.2.3 - Fontes de falhas no processo de geração dos sistemas	98

Figura 6.2.4 - Etapas de Avaliação Durante a Operação	99
Figura 6.2.5 - Proposta de Sistema de Manutenção para <i>campus</i> universitário.....	102
Figura 6.4.1 - Vazão instantânea e padrão de consumo	106
Figura 6.6.1.1 - Tipos de aquífero.....	111
Figura 6.6.1.2 - Ciclo hidrológico.....	112
Figura 6.6.2.1 - Esquema do sistema de coleta e aproveitamento de águas pluviais	117
Figura 6.6.2.2 - Variáveis do balanço hídrico para dimensionamento de reservatório	121
Figura 6.8.2.1 - Gráficos de perfil de vazões.....	133
Figura 7.1.1 - Cidade Universitária - vista aérea e Praça do Relógio	137
Figura 7.1.2 - Algumas das Unidades da Cidade Universitária - RUSP, EP, IME, FEA, IO e HU	137
Figura 7.1.3 - Faculdade de Medicina e <i>campus</i> de Pirassununga	139
Figura 7.2.3.2.1 - Cavalete de setorização e cavalete de tarifação de poço artesiano desativado	145
Figura 7.2.3.2.2 - Distribuição de equipamentos sanitários preexistentes nas Unidades da Cidade Universitária.....	147
Figura 7.2.4.1 - Organograma do PURA-USP	148
Figura 7.3.1.1.1 - Distribuição de equipamentos sanitários preexistentes nas Unidades da Fase 1.....	151
Figura 7.3.1.2.1 - Distribuição de equipamentos sanitários preexistentes nas Unidades da Fase 2.....	154
Figura 7.3.3.3.1 - Exemplos de equipamentos sanitários preexistentes na USP.....	161
Figura 7.3.3.3.2 - Ensaio de transporte de sólidos para bacia sanitária com caixa acoplada modelo VDR.....	162
Figura 7.3.3.4.1.1 - Exemplo de curva de operação do destilador de 10 L/h de capacidade.....	169
Figura 7.3.3.4.1.2 - Destilador e equipamentos de osmose reversa e ultrapurificação	170
Figura 7.4.2.1.1 - Consumos diários de água da EEFE	182
Figura 7.4.2.1.2 - Vazamento em rede enterrada na EEFE	183
Figura 7.4.2.2.1 - Planta do “Conjunto das Químicas” - EP, FCF, IQ	184

Figura 7.4.2.2.2 - Distribuição do consumo de água no “Conjunto das Químicas”	186
Figura 7.4.2.3.1 - Macromedidor	187
Figura 7.4.4.2.1 - Central de telemedição - Sede PURA-USP	197
Figura 8.2.1 - Avaliação dos vazamentos registrados	202
Figura 8.2.2 - Exemplos de problemas verificados	204
Figura 8.5.1 - Problemas verificados em bacias sanitárias com caixa acoplada	207
Figura 8.6.1 - Raia Olímpica da USP e aproveitamento de sua água para irrigação	211
Figura 8.8.1.3.1 - Consumo médio mensal de água da Cidade Universitária... ..	217
Figura 8.8.1.3.2 - Consumo total anual de água da Cidade Universitária.....	218
Figura 8.8.2.2.3.1 - Variação do perfil de vazões - FCF Bloco 13B	230
Figura 8.8.2.2.3.2 - Variação do perfil de vazões - EPUSP Engenharia Civil (a).....	231
Figura 8.8.2.2.3.3 - Variação do perfil de vazões - EPUSP Engenharia Civil (b).....	232
Figura 8.8.2.2.3.4 - Variação do perfil de vazões - FEA Principal	233
Figura 8.8.2.2.3.5 - Variação do perfil de vazões - HU Antigo Principal.....	234
Figura 8.9.1 - Gastos com pagamentos com Concessionárias	236
Figura 8.9.2 - Gastos com os recursos do PURA-USP	238

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1.1.1 - Temas desenvolvidos nas últimas décadas do século XIX	23
Tabela 3.1.1.2 - Temas desenvolvidos nas últimas décadas do século XX	24
Tabela 3.1.1.3 - Conceitos relativos à Teoria de Sistemas	26
Tabela 3.1.1.4 - Temas desenvolvidos no final do século XX	28
Tabela 3.1.1.5 - Temas desenvolvidos no início do século XXI	29
Tabela 3.1.3.1 - Relação de algumas normas da ABNT.....	41
Tabela 4.3.3.1 - Perda diária de água em função de vazamentos em torneiras..	65
Tabela 4.3.3.2 - Exemplo de diretrizes de substituição de equipamentos	66
Tabela 5.1.1 - Modelo de cadastro de hidrômetros	75
Tabela 5.2.1 - Sistema digital de telemedição via barramento de campo	79
Tabela 5.3.1 - Modelo de registro de vazamentos ocorridos	83
Tabela 6.6.1.1 - Funções das águas subterrâneas.....	112
Tabela 6.6.1.2 - Custos internacionais da água pelas diferentes tecnologias disponíveis (não incluem transporte)	114
Tabela 6.8.2.1 - Consumos <i>per capita</i> para diferentes tipologias de uso	132
Tabela 6.8.2.2 - Indicadores de consumo para diferentes tipologias de uso	132
Tabela 7.2.3.1.1 - Características gerais das Unidades da Cidade Universitária	144
Tabela 7.2.3.2.1 - Características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Cidade Universitária	147
Tabela 7.2.4.1 - Atribuição de responsabilidades do PURA-USP	149
Tabela 7.3.1.1.1 - Unidades da Fase 1	149
Tabela 7.3.1.1.2 - Características gerais das Unidades da Fase 1	150
Tabela 7.3.1.1.3 - Características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Fase 1	150
Tabela 7.3.1.2.1 - Unidades da Fase 2.....	151
Tabela 7.3.1.2.2 - Características gerais das Unidades da Fase 2	153
Tabela 7.3.1.2.3 - Características dos sistemas de suprimento de água fria e equipamento sanitário das Unidades da Fase 2	153
Tabela 7.3.3.5.1 - Pesquisa junto aos usuários primários das Unidades da Fase 1	174

Tabela 7.3.3.5.2 - Pesquisa junto aos usuários primários das Unidades da Fase 2	174
Tabela 7.3.3.5.3 - Pesquisa junto aos usuários finais da Fase 1	175
Tabela 7.3.3.5.4 - Resultados da pesquisa junto aos usuários finais da Fase 1.	176
Tabela 7.4.2.2.1 - Distribuição do consumo de água no “Conjunto das Químicas”	185
Tabela 7.4.2.3.1 - Consumos através do macromedidor e das ligações USP de tarifação SABESP	188
Tabela 7.4.2.3.2 - Consumos através do macromedidor e outras ligações internas à Cidade Universitária.....	188
Tabela 7.4.4.1 - Situação do sistema de telemedição da Cidade Universitária.	191
Tabela 7.5.1 - Ações do PURA-USP	199
Tabela 8.3.1 - Exemplo de descrição de equipamentos sanitários	205
Tabela 8.6.1 - Valores de vazão dos poços produtores da Cidade Universitária	209
Tabela 8.6.2 - Poços localizados na Cidade Universitária	210
Tabela 8.8.1.3.1 - Consumo médio mensal de água da Cidade Universitária... ..	217
Tabela 8.8.1.3.2 - Consumo total anual de água da Cidade Universitária.....	218
Tabela 8.8.2.2.1.1 - Consumo médio mensal de água nas Unidades da Fase 1 (a)	221
Tabela 8.8.2.2.1.2 - Consumo médio mensal de água nas Unidades da Fase 1 (b)	222
Tabela 8.8.2.2.2.1 - Consumo médio diário <i>per capita</i> da Cidade Universitária (população fixa)	223
Tabela 8.8.2.2.2.2 - Consumo médio diário <i>per capita</i> de algumas Unidades da Cidade Universitária (outros agentes consumidores)... ..	225
Tabela 8.9.1 - Participação dos Pagamentos com Concessionárias no Total de Despesas de Custeio, Exceto Pessoal e Investimento da USP	235
Tabela 8.9.2 - Gastos com os recursos do PURA-USP	237
Tabela 8.9.3 - Cálculo simplificado do benefício econômico total do PURA-USP	239
Tabela 9.4.1 - Implementação e efeitos do PURA-USP	244

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAS	Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<i>ACDI</i>	<i>Agence Canadienne de Développement International</i>
ADO	Avaliação Durante a Operação
ANA	Agência Nacional de Águas
ANTAC	Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído
APO	Avaliação Pós Ocupação
ASFAMAS	Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento
AWWA	<i>American Water Works Association</i>
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIRD	Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento
BNH	Banco Nacional da Habitação
<i>CAD</i>	<i>Computer Aided Design</i>
CCE	Centro de Computação Eletrônica
CCS	Coordenadoria de Comunicação Social
CDHU	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo
CEPAM	Centro de Pesquisa e Amparo aos Municípios
CEPEUSP	Centro de Práticas Esportivas da USP
<i>CIB</i>	<i>International Council for Research and Innovation in Building and Construction</i>
CODAGE	Coordenadoria de Administração Geral da USP
COESF	Coordenadoria do Espaço Físico da USP
COSEAS	Coordenadoria de Assistência Social
CRUSP	Conjunto Residencial da USP
CTCC	Centro de Técnicas da Construção Civil
CTH	Centro Tecnológico de Hidráulica
CUASO	Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira

DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DF	Departamento de Finanças
DG	Distribuidor Geral
DN	Diâmetro Nominal
DOE	Diário Oficial do Estado de São Paulo
DP	Delegacia de Polícia
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DTA	Documento Técnico de Apoio ao Programa
DTe	Divisão de Telecomunicações
ECA	Escola de Comunicações e Artes
EE	Escola Estadual
EEFE	Escola de Educação Física e Esporte
<i>EPA</i>	<i>Environmental Protection Agency</i>
<i>EPACT</i>	<i>Energy Policy Act</i>
EPUSP	Escola Politécnica da USP
FAU	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
FCF	Faculdade de Ciências Farmacêuticas
FE	Faculdade de Educação
FEA	Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
FFLCH	Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
FO	Faculdade de Odontologia
FUNDUSP	Fundo de Construção da USP
FUPAM	Fundação para Pesquisa Ambiental
GR	Gabinete do Reitor
GT-SP	Grupo de Trabalho de Sistemas Prediais
HC	Hospital das Clínicas
HU	Hospital Universitário
IAG	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
IB	Instituto de Biociências
ICB	Instituto de Ciências Biomédicas

IEE	Instituto de Eletrotécnica e Energia
IF	Instituto de Física
IGc	Instituto de Geociências
IME	Instituto de Matemática e Estatística
In-Cor	Instituto do Coração
IO	Instituto Oceanográfico
IP	Instituto de Psicologia
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQ	Instituto de Química
IR	Impacto de Redução do Consumo
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LIPURA	Laboratório Institucional do Programa de Uso Racional da Água
LSP	Laboratório de Sistemas Prediais
M-BUS	<i>Meter Bus</i>
MAC	Museu de Arte Contemporânea
MAE	Museu de Arqueologia e Etnologia
MDU	Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPO	Ministério do Planejamento e Orçamento
NBR	Norma Brasileira Registrada
NBS	<i>National Bureau of Standards</i>
NM	Norma Mercosul
NUSIHP	Núcleo de Sistemas Hidráulico Prediais
ONG	Organização não Governamental
PAAT	Programa de Avaliação e Adequação de Tecnologias
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PCC	Departamento da Engenharia de Construção Civil
PCO	Prefeitura da Cidade Universitária
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PGQ	Programa da Garantia da Qualidade

PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PP	Poço Profundo
PRÓ-ÁGUA	Programa de Conservação de Água da Universidade de Campinas
PRUA-UFSCar	Programa de Racionalização do Uso da Água da Universidade Federal de São Carlos
PSQ	Programa Setorial de Qualidade
PURA	Programa de Uso Racional da Água em Edifícios
PURA-USP	Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo
PVC	Cloreto de Polivinila
QUALIHAB	Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo
RUSP	Reitoria da USP
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SARS	<i>Severe Acute Respiratory Syndrome</i>
SDWA	<i>Safe Drinking Water Act</i>
SECOVI-SP	Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo
SEPURB	Secretaria de Política Urbana
SHP	Sistema Hidráulico Predial
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SMP	Sistema de Manutenção Predial
SP	Sistema Predial
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TI	Tecnologia da Informação
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
USP	Universidade de São Paulo
VDR	Volume de Descarga Reduzido

VRP	Válvula Redutora de Pressão
WWC	<i>World Water Council</i>

RESUMO

No contexto da crescente problemática da água, soluções em diferentes níveis têm sido adotadas no Brasil e no mundo. Exemplo de atuação no nível dos sistemas prediais, o uso racional da água tem sido objeto de diversos estudos. Neste trabalho, são avaliados, segundo uma abordagem sistêmica, as atividades a serem contempladas na implementação de Programas Permanentes de Uso Racional da Água, especialmente em *campi* universitários, e seus potenciais resultados. Características dos *campi* como área, número de edificações, população e consumo de água elevados, além do desenvolvimento de múltiplas atividades, demonstram sua importância e justificam a atenção. São avaliadas, portanto, as atividades de planejamento, pré-implantação, implantação e pós-implantação, além das atividades de gestão da demanda de água, que devem permear todo o Programa. Como resultado desta implementação estruturada, propõe-se, como impactos - a redução do consumo de água, e como efeitos - alterações no sistema de suprimento de água fria, em rotinas administrativas e de manutenção predial, e em parâmetros de projeto; desenvolvimento tecnológico dos equipamentos; despertar para a conservação da água; e mudanças comportamentais dos usuários. A implementação e os resultados do Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP) completam o trabalho. Em desenvolvimento desde 1998, o PURA-USP obteve, como impactos até 2003, uma redução no consumo de água de 36% (de 137.881 para 88.366 m³/mês) e um benefício líquido acumulado de R\$ 46,61 milhões.

ABSTRACT

In the context of the increasing water issues concerns, solutions at different levels have been adopted in Brazil and worldwide. As an example of actuation at the building systems level, water conservation has been the object of several studies. In this work, the activities to be fulfilled in the implementation of a Permanent Water Conservation Program, specially when applied to university campi, as well as the possible results are evaluated under a system approach. Campi characteristics such as area, number of buildings, population, and high water consumption, besides the development of multiple activities, show the importance of this issue and justify the concerns. The Program planning, pre-implantation, implantation and post-implantation activities, besides the water demand management activities - that must be carried out throughout the program - are evaluated then. As results of this structured implementation, it is proposed as impacts - the water consumption reduction, and as effects - the changes in the water supply systems, in administrative and building maintenance routines, in design parameters, in the technological development of fixtures, in the awakening for the alternatives water sources, and in the users behavior. The implementation and the results of the Water Conservation Program of the University of São Paulo (Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo - PURA-USP) finish the work. The PURA-USP, in development since 1998, achieved as impacts, until 2003, 36% of water consumption reduction (from 137,881 to 88,366 m³/month) and gathered net benefit of US\$ 16.13 millions (R\$ 46,61 milhões).

ANEXOS

ANEXO A - Evolução da área construída da Cidade Universitária

Fonte: Elaborado a partir de USP (2003)

Fase 1

<i>Área (m²)</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>Variação 1998/2002 (%)</i>
03 EP	141.734	141.734	141.734	141.734	142.052	0,22
08 FFLCH	39.552	39.552	39.552	41.121	41.121	3,97
09 FCF	18.231	18.231	18.231	18.257	18.257	0,15
12 FEA	28.941	28.941	28.941	28.941	28.941	0,00
42 ICB	38.649	38.649	38.649	38.649	38.649	0,00
46 IQ	33.075	33.075	33.075	33.075	33.075	0,00
63 HU	36.001	36.001	36.001	36.001	36.001	0,00
70 CCE	4.391	4.391	4.391	4.921	5.622	28,04
Total	340.573	340.573	340.573	342.698	343.716	0,92

Fase 2

Área (m²)	1998	1999	2000	2001	2002	Variação 1998/2002 (%)
01 RUSP	30.959	32.547	32.547	31.328	31.328	1,19
04 IEE	8.798	8.798	8.798	8.798	8.798	0,00
10 FMVZ	27.075	27.075	30.091	30.091	30.402	12,29
14 IAG	12.090	12.090	12.090	23.422	23.422	93,73
16 FAU	25.014	25.014	25.014	25.014	25.014	0,00
21 IO	15.263	15.263	15.263	15.263	15.263	0,00
23 FO	20.896	20.896	20.896	20.896	20.896	0,00
27 ECA	22.853	22.853	22.853	22.853	22.853	0,00
32 MAC	10.022	10.022	10.022	10.022	10.022	0,00
35 COSEAS	43.082	43.082	43.082	43.082	43.082	0,00
39 EEFE	9.461	9.461	9.461	9.461	9.461	0,00
41 IB	24.073	24.073	25.210	25.210	25.210	4,72
43 IF	35.849	35.849	35.849	35.849	39.349	9,76
44 IGc	15.571	15.571	15.571	15.571	15.571	0,00
45 IME	13.866	13.866	13.866	15.040	15.040	8,47
47 IP	14.985	14.985	14.985	16.309	16.309	8,84
48 FE	21.213	21.213	21.213	21.213	21.213	0,00
49 PCO	16.410	16.410	16.410	15.880	15.880	-3,23
56 CCS	7.239	5.652	5.652	5.901	5.901	-18,48
63 CEPEUSP	20.441	20.441	20.441	20.441	20.441	0,00
71 MAE	3.339	3.339	3.339	3.339	3.339	0,00
Total	398.501	398.501	402.653	414.984	418.795	5,09

ANEXO B - Evolução da população fixa da Cidade Universitária

Fonte: Elaborado a partir de USP (2003)

Fase 1

População Fixa (pessoas)	1998						1999						2000					
	G	PG	D	ND	O	Total	G	PG	D	ND	O	Total	G	PG	D	ND	O	Total
03 EP	4.376	2.719	401	519	180	8.195	4.314	3.013	403	496	57	8.283	4.322	3.018	393	494	54	8.281
08 FFLCH	8.879	3.710	327	363	6	13.285	9.375	3.509	325	347	6	13.562	9.237	3.513	318	353	5	13.426
09 FCF	816	519	80	172	7	1.594	840	546	81	162	8	1.637	843	546	81	165	17	1.652
12 FEA	2.907	841	192	135	5	4.080	2.815	750	192	135	15	3.907	2.861	752	188	137	28	3.966
42 ICB	0	763	142	305	11	1.221	0	807	146	294	17	1.264	0	807	151	302	24	1.284
46 IQ	481	531	107	232	0	1.351	474	507	107	218	0	1.306	480	507	105	224	0	1.316
62 HU	0	0	0	1.836	0	1.836	0	0	0	1.766	0	1.766	0	0	0	1.764	0	1.764
70 CCE	0	0	0	165	0	165	0	0	0	158	0	158	0	0	0	173	0	173
Total	17.459	9.083	1.249	3.727	209	31.727	17.818	9.132	1.252	3.576	103	31.881	17.743	9.143	1.236	3.612	128	31.862

População Fixa (pessoas)	2001						2002						Variação 1998/2002					
	G	PG	D	ND	O	Total	G	PG	D	ND	O	Total	(%)					
03 EP	4.355	3.107	392	486	38	8.378	4.530	3.276	391	504	72	8.773	7,05					
08 FFLCH	9.419	3.389	338	361	5	13.512	10.190	4.355	345	365	2	15.257	14,85					
09 FCF	865	572	78	174	34	1.723	882	591	81	177	4	1.735	8,84					
12 FEA	2.896	765	190	144	18	4.013	3.073	934	145	126	18	4.296	5,30					
42 ICB	0	995	154	320	10	1.479	0	939	150	323	4	1.416	15,96					
46 IQ	479	533	104	238	0	1.354	463	533	106	240	0	1.342	-0,64					
62 HU	0	0	0	1.818	0	1.818	0	0	0	1.834	0	1.834	-0,11					
70 CCE	0	0	0	228	0	228	0	0	0	234	0	234	41,82					
Total	18.014	9.361	1.255	3.769	105	32.504	19.138	10.628	1.218	3.803	100	34.887	9,96					

G alunos de graduação
PG alunos de pós-graduação
D docentes equivalentes em RDIDP = docentes em RDIDP + 0,3 docentes em RTP + 0,6 docentes em RTC
ND não docentes
O pesquisadores e outros

Fase 2

População Fixa (pessoas)	1998						1999						2000					
	G	PG	D	ND	O	Total	G	PG	D	ND	O	Total	G	PG	D	ND	O	Total
01 RUSP	0	0	0	789	0	789	0	0	0	774	0	774	0	0	0	783	0	783
04 IEE	0	0	5	112	9	126	0	0	5	110	8	123	0	0	5	106	5	116
10 FMVZ	418	404	81	293	0	1.196	417	423	80	290	0	1.210	429	423	80	289	2	1.223
14 IAG	173	128	66	153	2	522	170	150	66	143	3	532	175	151	62	137	0	525
16 FAU	1.097	1.185	93	181	0	2.556	1.094	919	92	170	0	2.275	1.081	920	91	172	0	2.264
21 IO	0	161	30	189	2	382	0	163	29	184	7	383	0	163	30	182	11	386
23 FO	786	530	107	227	5	1.655	739	670	109	215	1	1.734	742	671	106	212	0	1.731
27 ECA	1.798	688	144	236	1	2.867	1.615	1.325	148	228	0	3.316	1.743	1.329	142	229	1	3.444
32 MAC	0	0	3	100	3	106	0	0	3	95	3	101	0	0	3	96	3	102
35 COSEAS	0	0	0	562	0	562	0	0	0	536	0	536	0	0	0	543	0	543
39 EEFE	539	121	38	110	0	808	524	117	38	106	0	785	543	117	40	102	0	802
41 IB	1.077	661	97	183	2	2.020	825	654	92	176	0	1.747	844	655	92	176	0	1.767
43 IF	1.575	409	165	289	3	2.441	1.639	412	159	285	4	2.499	1.613	574	153	289	3	2.632
44 IGc	312	254	56	138	0	760	325	270	58	133	0	786	315	270	56	130	0	771
45 IME	1.589	447	172	130	3	2.341	1.376	496	175	128	0	2.175	1.375	496	171	124	0	2.166
47 IP	429	805	75	147	0	1.456	460	823	75	145	0	1.503	467	824	73	143	0	1.507
48 FE	958	675	86	166	1	1.886	839	729	87	167	0	1.822	709	730	87	172	1	1.699
49 PCO	0	0	0	531	0	531	0	0	0	513	0	513	0	0	0	503	0	503
56 CCS	0	0	0	176	0	176	0	0	0	174	0	174	0	0	0	163	0	163
63 CEPEUSP	0	0	0	160	35	195	0	0	0	150	0	150	0	0	0	150	32	182
71 MAE	0	0	4	58	15	77	0	0	10	57	9	76	0	0	14	54	5	73
Total	10.751	6.468	1.220	4.930	81	23.450	10.023	7.151	1.224	4.779	35	23.212	10.036	7.323	1.205	4.755	63	23.382

População Fixa (pessoas)	2001						2002						Variação 1998/2002	
	G	PG	D	ND	O	Total	G	PG	D	ND	O	Total	(%)	
01 RUSP	0	0	0	818	0	818	0	0	0	902	0	902	14,32	
04 IEE	0	0	6	104	4	114	0	0	7	110	4	121	-3,81	
10 FMVZ	442	510	83	297	0	1.332	428	554	91	303	7	1.383	15,68	
14 IAG	186	182	66	148	0	582	192	182	69	136	1	580	10,97	
16 FAU	1.094	842	95	174	0	2.205	1.088	1.134	97	184	0	2.503	-2,07	
21 IO	0	176	31	183	8	398	40	175	33	188	3	439	14,94	
23 FO	748	587	105	219	0	1.659	755	558	109	221	0	1.643	-0,70	
27 ECA	1.881	1.199	144	238	3	3.465	2.021	1.173	159	241	0	3.594	25,37	
32 MAC	0	0	3	98	3	104	0	0	3	99	3	105	-0,94	
35 COSEAS	0	0	0	551	0	551	0	0	0	573	0	573	1,96	
39 EEFE	587	123	38	102	0	850	616	148	37	102	0	903	11,75	
41 IB	895	603	89	180	0	1.767	924	582	86	188	3	1.783	-11,73	
43 IF	1.573	382	155	298	0	2.408	1.551	377	154	304	0	2.386	-2,24	
44 IGc	331	218	56	134	2	741	359	182	59	137	4	741	-2,51	
45 IME	1.369	597	174	127	0	2.267	1.556	696	172	133	0	2.557	9,21	
47 IP	458	741	73	146	1	1.419	492	732	73	146	2	1.445	-0,78	
48 FE	673	623	87	188	1	1.572	723	613	96	187	0	1.619	-14,12	
49 PCO	0	0	0	438	0	438	0	0	0	449	0	449	-15,44	
56 CCS	0	0	0	173	0	173	0	0	0	177	0	177	0,57	
63 CEPEUSP	0	0	0	146	14	160	0	0	0	147	14	161	-17,44	
71 MAE	0	0	13	58	4	75	0	0	14	66	5	85	10,39	
Total	10.237	6.783	1.216	4.820	40	23.096	10.745	7.106	1.258	4.993	46	24.148	2,98	

G alunos de graduação
PG alunos de pós-graduação
D docentes equivalentes em RDIDP = docentes em RDIDP + 0,3 docentes em RTP + 0,6 docentes em RTC
ND não docentes
O pesquisadores e outros

ANEXO C - Planta da Cidade Universitária com ligações de água

Cidade Universitária
Armando de Salles Oliveira – 2004

ANEXO D - Detalhes da planta da Cidade Universitária

INSTITUTO DE PESQUISAS

ENERGÉTICAS E NUCLEARES (IPEN)

ANEXO E - Cronograma de atividades - Fases 1 e 2

Fonte: Elaborado a partir de SABESP (1999/2002)

Unidade	1999									
	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.
03 EPUSP										
08 FFLCH										
12 FEA										
46 IQ										
62 HU										
09 FCF										
42 ICB										

Unidade	2000						2001								
	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.
63 CEPEUSP															
39 EEF															
45 IME															
48 FE															
27 ECA															
01 RUSP															
56 CCS															
32 MAC															
47 IP															
23 FO															
21 IO															
04 IEE															
43 IF															
14 IAG															
16 FAU															
35 COSEAS															
44 IGc															
49 PCO															
71 MAE															
10 FMVZ															
41 IB

Eliminação de vazamentos em redes
Substituição de equipamentos por modelos economizadores

ANEXO F - Levantamento de pontos de utilização - Fases 1 e 2

Fonte: Elaborado a partir de EPUSP (1998/2003)

Fase 1

Unidade	Torneiras						Bacias Sanitárias		Mictórios		Chuveiros e Duchas		Total
	Lavatório	Misturador	Fechamento Automático	Eletrônica	Pia/Tanque	Limpeza	Válvula de Descarga	Caixa de Descarga	Individual	Coletivo	Chuveiro Elétrico	Duchas	
03 EP *	291	0	5	11	604	113	348	89	184	15	80	4	1.744
08 FFLCH	154	0	0	0	102	55	210	51	55	8	23	0	658
09 FCF	249	0	0	0	67	0	50	34	9	0	14	2	425
12 FEA	97	0	163	0	17	60	0	228	66	0	10	0	641
42 ICB	725	0	0	0	439	14	97	60	40	8	34	0	1.417
46 IQ	151	0	0	0	998	32	0	138	60	0	36	0	1.415
62 HU	624	0	0	0	423	260	361	0	29	0	190	115	2.002
Total	2.291	0	168	11	2.650	534	1.066	600	443	31	387	121	8.302

* Inclui CCE

Fase 2

Unidade	Torneiras						Bacias Sanitárias		Mictórios		Chuveiros e Duchas		Total
	Lavatório	Misturador	Fechamento Automático	Eletrônica	Pia/Tanque	Limpeza	Válvula de Descarga	Caixa de Descarga	Individual	Coletivo	Chuveiro Elétrico	Duchas	
01 RUSP	237	0	0	12	5	63	196	37	56	0	34	0	640
04 IEE	47	0	0	0	9	1	8	43	22	2	0	9	141
10 FMVZ	489	5	0	0	85	70	81	91	60	1	7	57	946
14 IAG	15	0	0	0	8	6	0	22	9	22	3	1	86
16 FAU	91	0	0	0	62	9	70	20	33	2	18	0	305
21 IO	59	0	0	2	79	37	55	0	30	0	10	0	272
23 FO	435	0	0	3	80	24	50	64	4	34	17	20	731
27 ECA	147	5	0	0	98	15	93	59	24	5	38	0	484
32 MAC	13	0	0	0	12	0	0	17	7	0	5	0	54
35 COSEAS	587	0	0	0	581	40	295	271	20	6	385	72	2.257
39 EEFE	64	0	0	0	20	37	46	2	0	16	44	0	229
41 IB	204	2	0	0	469	49	50	93	31	3	38	9	948
43 IF	176	0	0	0	146	86	161	43	77	3	35	4	731
44 IGc	283	6	0	10	19	0	80	2	60	0	9	0	469
45 IME	88	0	0	1	2	0	79	0	3	37	4	1	215
47 IP	97	0	0	2	31	12	46	39	27	1	2	5	262
48 FE	174	0	2	0	92	45	94	113	49	0	11	1	581
49 PCO	92	0	1	0	31	14	76	6	18	5	73	5	321
56 CCS	80	0	2	1	25	0	97	17	43	1	10	0	276
63 CEPEUSP	217	0	0	0	2	65	204	6	96	4	117	82	793
71 MAE	47	0	0	0	31	8	33	2	15	0	2	0	138
Total	3.642	18	5	31	1.887	581	1.814	947	684	142	862	266	10.879

ANEXO G - Características das ligações de água - Fases 1 e 2

Fase 1

<i>Ligação de água</i>	<i>Áreas abastecidas</i>
03 EP	
0301 Elétrica	Edifício da Engenharia Elétrica
0302 Biênio/Produção	Edifício do Biênio e Blocos da Produção
0303 Biênio	Edifício do Biênio
0304 Civil	Edifício da Engenharia Civil
0305 CTCC	Edifício do Centro de Técnicas da Construção Civil
0306 Administração	Edifício da Administração da EP
0307 Minas/Metalurgia	Edifícios da Engenharia de Minas e de Metalurgia
0308 Naval	Área do Edifício da Engenharia Mecânica e Naval referente ao Departamento de Naval
0309 Mecânica	Área do Edifício da Engenharia Mecânica e Naval referente ao Departamento de Mecânica
0310 Semi-Industrial	Edifício do Semi-Industrial
0311 Poço Artesiano P4 - Civil	Edifício da Engenharia Civil
0312 Hidráulica 1	Área dos Blocos do CTH
0313 Hidráulica 2	Área dos Blocos do CTH
DAEE ⁽¹⁾	
Hidráulica 3	Área dos Blocos do CTH
Hidráulica 4	Área dos Blocos do CTH
08 FFLCH	
0801 Administração	Edifício da Administração da FFLCH
0802 Ciências Sociais/Letras	Área dos Blocos das Ciências Sociais e Letras
0803 História/Geografia	Edifício da História e Geografia
09 FCF	
0901 Bloco 13B	Bloco 13B da FCF
12 FEA	
1201 Principal	Edifícios FEA I a V e Restaurante
42 ICB	
4201 ICB I	Edifício ICB I
4202 ICB II	Edifícios ICB II e Didático
4203 ICB III	Ligação desativada
4204 ICB IV	Edifício ICB IV e Área de Utilidades
46 IQ	
4601 Biblioteca	Edifício da Biblioteca
4602 Bloco 0	Bloco 0
4603 Almojarifado/Biotério ⁽²⁾	"Conjunto das Químicas" - Edifício do Almojarifado/Biotério, Blocos 1 a 12 e Auditório do IQ, Blocos 13 a 17 e 13A da FCF, Blocos 18 a 22 da EP e "Centro de Vivência das Químicas"
62 HU	
6201 Antigo Principal (opcional)	Complexo do HU - todas as áreas
6202 Principal frente	Complexo do HU - todas as áreas
6203 Poço Artesiano P5 - Drogasil	Complexo do HU - todas as áreas

Observações:

⁽¹⁾ A EP e o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) desenvolvem atividades conjuntas no Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH), sendo as ligações Hidráulica 1 e 2 de responsabilidade da EP e Hidráulica 3 e 4, do DAEE

⁽²⁾ A ligação Almojarifado/Biotério abastece edifícios do IQ, da FCF e da EP

Fase 2

Ligação de água	Áreas abastecidas
01 RUSP	
0101 Reitoria - Bloco K	Bloco K e andar térreo da RUSP
0102 Reitoria - Bloco L	Bloco L e andar térreo da RUSP
0103 Almoxarifado	Edifício do Almoxarifado da RUSP
0104 Coord. Geral - Almoz.	Almoxarifado da CODAGE e Garagem de veículos
0105 Diversos Barracões 1	Blocos 13 e 28
0106 Diversos Barracões 2	Blocos 17, 18 e Sede PURA-USP
0107 Diversos Barracões 3	Blocos 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 23, 24, 27 e 30
0108 Diversos Barracões 4	Ligação suprimida
0109 Centro de Convivência - RUSP	Edifício do Centro de Convivência da RUSP
0110 Anfiteatro de Convenções	Edifício do Anfiteatro de Convenções
0111 Arquivo Central	Edifício do Arquivo Central
04 IEE	
0401 IEE 1	Edifícios da Alta Tensão, da Alta Corrente, CED, das Máquinas, e Administração do IEE
0402 IEE 2	Edifícios da Energia
0403 IEE 3	Edifícios da Energia
10 FMVZ	
1001 FMVZ	Edifícios da FMVZ
14 IAG	
1401 IAG	Edifício principal do IAG
16 FAU	
1601 FAU 1	Edifício principal da FAU e anexo
1602 FAU 2	Edifício principal da FAU e anexo
1603 Atelier	Área do Atelier
21 IO	
2101 IO	Edifício do IO
23 FO	
2301 FO	Edifícios da FO
2302 Clínicas	Edifícios das Clínicas da FO
27 ECA	
2701 ECA	Edifício principal da ECA
2702 Blocos A, B, C	Blocos A, B, C
2703 Conjunto das Artes	Edifícios do Conjunto das Artes
32 MAC	
3201 MAC 1	Edifício principal do MAC
3202 MAC 2	Edifício administrativo do MAC

Fase 2

<i>Ligação de água</i>	<i>Áreas abastecidas</i>
35 COSEAS	
3501 CRUSP - Bloco A	Bloco residencial A
3502 CRUSP - Bloco B	Bloco residencial B
3503 CRUSP - Bloco C	Bloco residencial C
3504 CRUSP - Bloco D	Bloco residencial D
3505 CRUSP - Bloco E	Bloco residencial E
3506 CRUSP - Bloco F	Bloco residencial F
3507 CRUSP - Bloco G	Bloco residencial G
3508 Lavanderia - Bl. B	Área da lavanderia do Bloco B
3509 Administração/Casa das Caldeiras	Edifício da Administração da COSEAS e Casa das Caldeiras
3510 Creche Central	Edifício da Creche Central
3511 Creche Oeste	Edifício da Creche Oeste
3512 Clube dos Func. - Sanit. Público	Área do Clube dos Funcionários e Sanitário Público
3513 Clube dos Professores	Restaurante do Clube dos Professores
3514 Restaurante Central	Restaurante Central
3515 Restaurante da Física	Restaurante da Física
39 EEFE	
3901 EEFE	Edifício da EEFE e áreas anexas
41 IB	
4101 Ernesto Marcus 1	Edifício Ernesto Marcus
4102 Ernesto Marcus 2	Edifício Ernesto Marcus
4103 Administração	Edifício da Administração do IB
4104 Paulo Sawaya	Edifício Paulo Sawaya
4105 André Dreyfus	Edifício André Dreyfus
4106 Projeto Genoma	Edifício do Projeto Genoma
4107 Minas Gerais	Edifício Sélix Kurt Rawitscher
43 IF	
4301 Principal	Blocos do edifício principal do IF
4302 Laboratório de Plasma	Edifício do Laboratório de Plasma
4303 Pelletron 1	Edifício do Pelletron
4304 Biblioteca	Biblioteca do IF
4305 Basílio Jafet	Edifício Basílio Jafet
4306 Dosimetria	Edifício da Dosimetria
4307 Acelerador Linear	Edifício do Acelerador Linear
4308 Lab. Aberto Fís. Nuclear	Edifício do Laboratório Aberto de Física Nuclear
4309 Pelletron 2	Edifício do Pelletron
44 IGc	
4401 IGc	Edifício do IGc
45 IME	
4501 IME	Edifícios do IME
47 IP	
4701 Bloco E	Edifícios do IP
48 FE	
4801 FE	Edifícios da FE

Fase 2

<i>Ligação de água</i>	<i>Áreas abastecidas</i>
49 PCO	
4901 PCO	Blocos e área da PCO
4902 Portaria 1 - Principal	Portaria do <i>campus</i> - Av. Afrânio Peixoto
4903 Portaria 2 - Jaguaré	Portaria do <i>campus</i> - Av. Escola Politécnica
4904 Portaria Mercadinho	Portaria de pedestres do Mercadinho
4905 Portaria Vila Indiana	Portaria de pedestres da Vila Indiana
4906 Central Telefônica - USP	Edifício da Central Telefônica da USP
4907 Pça. do Relógio	Praça do Relógio
4908 Fonte	Fonte Luminosa
4909 Viveiro de Plantas - Portaria	Portaria do Viveiro de Plantas
4910 Viveiro de Plantas	Viveiro de Plantas
4911 Pça. Ramos de Azevedo	Praça Ramos de Azevedo
4912 Poço Artesiano P1 - Raia	Poço Artesiano P1 da Raia
4913 Poço Artesiano P2 - Raia	Poço Artesiano P2 da Raia
4914 Poço Artesiano P3 - Raia	Poço Artesiano P3 da Raia
4915 Poço Artesiano P6 - PCO	Poço Artesiano P6 da PCO
4916 Grêmio da PCO	Área do Grêmio da PCO
4917 Terminal de Ônibus - USP	Área do Terminal de Ônibus da USP
56 CCS	
5601 CCS	Edifício da Antiga Reitoria
5602 Posto de Informações	Edifício do Posto de Informações
63 CEPEUSP	
6301 Velódromo	Velódromo
6302 CEPEUSP 1	Área da Pista de Atletismo
6303 CEPEUSP 2	Área dos Campos de Futebol
6304 Estádio Olímpico	Estádio Olímpico
6305 Raia Olímpica 1	Área da Raia Olímpica
6306 Raia Olímpica 2	Área da Raia Olímpica
6307 Pq. Esporte para Todos	Área do Parque Esporte para Todos e Sanitários
6308 Piscinas Múltiplas	Complexo aquático do CEPEUSP
6309 Garagem de Barcos	Edifício da Garagem de Barcos
6310 CEPEUSP 3	Área das Quadras de Tênis
71 MAE	
7101 MAE	Edifícios do MAE

ANEXO H - Modelo de levantamento dos laboratórios, usos da água e possibilidades

Central de Purificação de Água – Instituto de Química da USP
Levantamento dos laboratórios, usos da água e possibilidades

Pesquisa nº

Entrevistador

1 Nome: _____ 2 Data: _____ 3 Hora: _____

Laboratório – Usuários

4 Nome do laboratório: _____
5 Número da sala: _____ 6 Bloco/Localização da sala: _____
7 Horário de funcionamento: _____
8 Nome do responsável: _____ 9 Ramal: _____
10 Nome do entrevistado: _____ 11 Ramal: _____
12 Função do entrevistado: _____
13 Número de usuários:
 docentes _____ alunos de graduação _____
 funcionários _____ alunos de pós-graduação _____ total _____

Laboratório – Infra-estrutura física

14 Área da sala (m²): _____
15 Fotos: Geral laboratório
 Geral destilação/purificação
 Prateleira com frascos de água destilada
16 Medidas de acesso da porta até o local dos destiladores existentes:
 a Extensão do trajeto (m): _____
 b Largura mínima (cm): _____
17 Altura da prateleira sobre a qual estão os frascos (cm): _____
18 Recuo da prateleira em relação à bancada (cm): _____
19 Região da prateleira sobre a qual estão os frascos (cm): _____

20 Croqui de acesso ao local dos destiladores existentes:

Usos da água purificada

21 Quantidade de equipamentos de purificação existentes: _____

Destiladores tipo *Pilsen*

22 Quantidade de equipamentos: ____ 23 Marca/modelo do equipamento: _____

24 Potência do equipamento (W): _____

25 Volume de água consumida pelo equipamento por dia (L): _____

26 Volume de água purificada consumida pelo laboratório por dia (L): _____

27 Usos da água: _____

28 Número de frascos: ____ 29 Número de frascos disponibilizáveis: _____

30 Capacidade individual de cada frasco (L): _____

31 Tipo do frasco (material, tampa, etc.): _____

Destiladores de vidro

32 Quantidade de equipamentos: ____ 33 Marca/modelo do equipamento: _____

34 Potência do equipamento (W): _____

35 Volume de água consumida pelo equipamento por dia (L): _____

36 Volume de água purificada consumida pelo laboratório por dia (L): _____

37 Usos da água: _____

38 Número de frascos: ____ 39 Número de frascos disponibilizáveis: _____

40 Capacidade individual de cada frasco (L): _____

41 Tipo do frasco (material, tampa, etc.): _____

Ultrapurificação (tipo MILLIPORE)

- 42 Quantidade de equipamentos: _____
- 43 Volume de água consumida pelo equipamento por dia (L): _____
- 44 Volume de água purificada consumida pelo laboratório por dia (L): _____
- 45 Usos da água: _____
- 46 Número de frascos: _____ 47 Número de frascos disponibilizáveis: _____
- 48 Capacidade individual de cada frasco (L): _____
- 49 Tipo do frasco (material, tampa, etc.): _____

Osmose reversa (tipo RIOS)

- 50 Quantidade de equipamentos: _____
- 51 Volume de água consumida pelo equipamento por dia (L): _____
- 52 Volume de água purificada consumida pelo laboratório por dia (L): _____
- 53 Usos da água: _____
- 54 Número de frascos: _____ 55 Número de frascos disponibilizáveis: _____
- 56 Capacidade individual de cada frasco (L): _____
- 57 Tipo do frasco (material, tampa, etc.): _____

Outro modelo

- 58 Quantidade de equipamentos: _____ 59 Marca/modelo do equipamento: _____
- 60 Potência do equipamento (W): _____
- 61 Volume de água consumida pelo equipamento por dia (L): _____
- 62 Volume de água purificada consumida pelo laboratório por dia (L): _____
- 63 Usos da água: _____
- 64 Número de frascos: _____ 65 Número de frascos disponibilizáveis: _____
- 66 Capacidade individual de cada frasco (L): _____
- 67 Tipo do frasco (material, tampa, etc.): _____

Possibilidades

Água proveniente do sistema de osmose reversa com eletrodeionização

68 Volume de água purificada consumida pelo laboratório por dia (L):_____

69 Usos da água: _____

70 Número de frascos:_____

71 Capacidade individual de cada frasco (L): _____

72 Tipo do frasco (material, tampa, etc.): _____

Água proveniente do sistema de troca iônica com módulo de UV

73 Volume de água purificada consumida pelo laboratório por dia (L): _____

74 Usos da água:_____

75 Número de frascos:_____

76 Capacidade individual de cada frasco (L): _____

77 Tipo do frasco (material, tampa, etc.): _____

Observações

Visto

Assinatura:

ANEXO I - Resultados de questionário aplicado a docentes e alunos - Fase 1

Fonte: Elaborado a partir de EPUSP (1998/2003)

Gráfico 7 - Procedimento frente a torneira aberta ou bebedouro

Gráfico 8 - Percepção das reformas dos banheiros

Gráfico 9 - Opinião sobre o funcionamento das torneiras

Gráfico 10 - Opinião sobre o tempo de fechamento das torneiras

Gráfico 11 - Verificação do uso de arejadores

Gráfico 12 - Conhecimento da diferença entre torneira hidromecânica e eletrônica

Gráfico 13 - Opinião sobre as bacias sanitárias novas (VDR)

Gráfico 14 - Opinião sobre a frequência de entupimento das bacias sanitárias novas (VDR)

Gráfico 15 - Opinião sobre o melhor sistema de descarga

Gráfico 16 - Opinião sobre odor nos banheiros (função de reformas PURA-USP)

Gráfico 17 - Percepção da pesquisa e eliminação de vazamentos na rede externa

Gráfico 18 - Conhecimento do PURA-USP

Gráfico 19 - Formas de conhecimento do Programa

Gráfico 20 - Importância do Programa

Gráfico 21 - Opinião sobre a divulgação do Programa

ANEXO J - Consumo de água através do macromedidor

Consumos (m³/mês)	Período												Média	
	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	mensal	diária
2001			219.280	187.563	183.506	168.885	165.108	180.720	167.907	174.751	177.696	167.341	179.630	5.870
2002	168.544	159.874	194.193	198.220	199.483	186.636	191.620	185.087	178.891	175.563	171.017	172.235	181.431	5.965
2003	174.096	171.804	186.295	177.780	187.243	189.037	195.540	172.610	171.960	175.713	165.436	165.145	177.334	5.830

Observação: Consumo através do macromedidor, incluindo também IPT, IPEN e demais usuários externos à USP

**ANEXO L - Modelo de levantamento de usuários e usos da água para fins de
setorização**

Setorização Fase 2 – Conjunto Residencial da USP (COSEAS/CRUSP)
Usuários e usos da água

Pesquisa nº

Entrevistador

1 Nome: _____ 2 Data: _____ 3 Hora: _____

Residência – Identificação

4 Bloco: _____ 5 Pavimento: _____ 6 Apartamento: _____

Residência – Sistema de equipamento sanitário e outros

7 Torneira de lavatório:	quantidade _____	marca _____	tipo _____
8 Torneira de tanque:	quantidade _____	marca _____	tipo _____
9 Torneira de filtro:	quantidade _____	marca _____	tipo _____
10 Bacia sanit. com C.A.	quantidade _____	marca _____	tipo _____
11 Bacia sanit. com V.D.	quantidade _____	marca _____	tipo _____
12 Chuveiro:	quantidade _____	marca _____	tipo _____
13 Pontos especiais:			
13a máq. de lavar roupa:	quantidade _____	marca _____	tipo _____
13b máq. de lavar louça:	quantidade _____	marca _____	tipo _____
13c outros:	_____	quantidade _____	marca _____ tipo _____

Usuários – Caracterização

14 Número de usuários:	moradores _____	hóspedes _____
15 Descrição dos moradores:	alunos de graduação _____ alunos de pós-graduação _____	
	outros _____ : _____	
16 Descrição dos hóspedes:	alunos de graduação _____ alunos de pós-graduação _____	
	outros _____ : _____	

Entrevistado – Caracterização e Usos da água

17 Categoria:	____ morador ____ hóspede
18 Descrição:	18a ____ aluno de graduação ____ aluno de pós-graduação
	____ outros: _____
	18b curso: _____
19 Sexo:	____ feminino ____ masculino
	20 Idade (anos): _____

21 Tempo de permanência na residência (CRUSP) durante a semana:
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

22 Tempo de permanência na residência (CRUSP) durante o final de semana
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

23 Usos da água especiais internos à residência, por semana, para

23a lavar roupa: _____ manual _____ máquina de lavar roupa
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

23b lavar louça: _____ manual _____ máquina de lavar louça
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

23c outros: _____
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

24 Utilização da lavanderia do CRUSP, por semana, para lavar roupa:
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

25 Utilização da copa do CRUSP, por semana, para

25a lavar louça:
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

25b preparar refeição:
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

nº refeições por utilização _____

Demais moradores/hóspedes 1 – Caracterização e Usos da água

26 Categoria: _____ morador _____ hóspede

27 Descrição: _____ aluno de graduação _____ aluno de pós-graduação _____ outros: _____

27b curso: _____

28 Sexo: _____ feminino _____ masculino

29 Idade (anos): _____

30 Tempo de permanência na residência (CRUSP) durante a semana:
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

31 Tempo de permanência na residência (CRUSP) durante o final de semana
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

32 Usos da água especiais internos à residência, por semana, para

32a lavar roupa: _____ manual _____ máquina de lavar roupa
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

32b lavar louça: _____ manual _____ máquina de lavar louça
dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

32c outros: _____

dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

33 Utilização da lavanderia do CRUSP, por semana, para lavar roupa:
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

34 Utilização da copa do CRUSP, por semana, para
 34a lavar louça:
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____
 34b preparar refeição:
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____
 nº refeições por utilização _____

Demais moradores/hóspedes 2 – Caracterização e Usos da água

35 Categoria: ____ morador ____ hóspede

36 Descrição: 36a ____ aluno de graduação ____ aluno de pós-graduação
 ____ outros: _____
 36b curso: _____

37 Sexo: ____ feminino ____ masculino 38 Idade (anos): _____

39 Tempo de permanência na residência (CRUSP) durante a semana:
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

40 Tempo de permanência na residência (CRUSP) durante o final de semana
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

41 Usos da água especiais internos à residência, por semana, para
 41a lavar roupa: ____ manual ____ máquina de lavar roupa
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____
 41b lavar louça: ____ manual ____ máquina de lavar louça
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____
 41c outros: _____
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

42 Utilização da lavanderia do CRUSP, por semana, para lavar roupa:
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____

43 Utilização da copa do CRUSP, por semana, para
 43a lavar louça:
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____
 43b preparar refeição:
 dias (ou nº de dias) _____ intervalo de horas (ou total de horas) _____
 nº refeições por utilização _____

Demais moradores/hóspedes 3 – Caracterização e Usos da água

44 Categoria: ____morador____hóspede	
45 Descrição: 45a____aluno de graduação____aluno de pós-graduação	
____outros:_____	
45b curso:_____	
46 Sexo:____feminino____masculino	47 Idade (anos):_____
48 Tempo de permanência na residência (CRUSP) durante a semana:	
dias (ou nº de dias)_____intervalo de horas (ou total de horas) _____	
49 Tempo de permanência na residência (CRUSP) durante o final de semana	
dias (ou nº de dias)_____intervalo de horas (ou total de horas) _____	
50 Usos da água especiais internos à residência, por semana, para	
50a lavar roupa: ____manual____máquina de lavar roupa	
dias (ou nº de dias)_____intervalo de horas (ou total de horas) _____	
50b lavar louça: ____manual____máquina de lavar louça	
dias (ou nº de dias)_____intervalo de horas (ou total de horas) _____	
50c outros:_____	
dias (ou nº de dias)_____intervalo de horas (ou total de horas) _____	
51 Utilização da lavanderia do CRUSP, por semana, para lavar roupa:	
dias (ou nº de dias)_____intervalo de horas (ou total de horas) _____	
52 Utilização da copa do CRUSP, por semana, para	
52a lavar louça:	
dias (ou nº de dias)_____intervalo de horas (ou total de horas) _____	
52b preparar refeição:	
dias (ou nº de dias)_____intervalo de horas (ou total de horas) _____	
nº refeições por utilização_____	

Observações

53

Entrevistado - Visto

54 Nome:	55 Assinatura:
----------	----------------

ANEXO M - Consumo de água através das ligações de tarifação - Fase 1

Fase 1 - Consumos (m³/mês)	1998					1999											
Ligação	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
0301 ELÉTRICA	1.712	1.463	2.115	2.071	1.861	917	1.859	3.276	4.030	2.686	1.849	1.424	1.179	1.085	1.147	943	1.308
0302 BIÊNIO/PRODUÇÃO	297	267	330	268	518	414	697	446	319	300	1.355	484	658	416	417	436	488
0303 BIÊNIO	558	680	967	1.573	481	282	346	764	438	735	900	242	549	461	553	222	308
0304 CIVIL	3.480	3.338	3.955	3.722	4.641	2.713	3.363	3.882	3.515	3.372	3.839	1.549	3.793	3.336	2.886	1.853	3.362
0305 CTCC	120	83	105	123	202	188	175	214	181	148	207	232	284	2.432	70	143	129
0306 ADMINISTRAÇÃO	235	251	189	258	382	197	162	315	239	177	233	162	203	241	154	116	159
0307 MINAS/METALURGIA	4.926	4.927	5.334	2.943	4.264	2.616	3.315	1.513	1.322	1.827	1.827	1.827	1.827	2.144	1.142	1.526	2.239
0308 NAVAL	698	680	1.864	1.583	2.603	1.117	1.498	1.860	2.223	1.911	971	209	252	216	203	217	317
0309 MECÂNICA	512	227	369	375	271	271	215	243	197	230	162	169	222	211	460	400	591
0310 SEMI-INDUSTRIAL	904	904	904	904	904	904	799	799	1.116	773	773	773	773	728	435	765	765
0311 POÇO ARTESIANO P4 - CIVIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	76
0312 HIDRÁULICA 1	435	519	748	1.624	1.558	1.558	1.149	2.648	2.664	1.669	983	512	45	793	718	1.179	1.179
0313 HIDRÁULICA 2	12	22	4	15	12	46	6	7	4	17	6	9	8	9	6	14	10
03 EP	13.889	13.361	16.884	15.459	17.697	11.223	13.584	15.967	16.248	13.845	13.105	7.592	9.793	12.072	8.191	7.891	10.931
HIDRÁULICA 3	57	53	33	25	15	19	12	22	26	30	25	21	21	15	16	18	17
HIDRÁULICA 4	1.085	1.305	1.534	2.117	3.504	1.282	159	23	41	1.270	2.266	1.709	1.963	2.669	1.901	3.405	3.452
DAEE	1.142	1.358	1.567	2.142	3.519	1.301	171	45	67	1.300	2.291	1.730	1.984	2.684	1.917	3.423	3.469
EP + DAEE	15.031	14.719	18.451	17.601	21.216	12.524	13.755	16.012	16.315	15.145	15.396	9.322	11.777	14.756	10.108	11.314	14.400
0801 ADMINISTRAÇÃO	258	305	412	306	193	191	161	218	183	215	189	188	217	243	190	204	269
0802 CIÊNCIAS SOCIAIS/LETRAS	3.224	3.224	3.224	3.224	3.224	3.224	4.191	3.160	3.035	3.260	3.114	2.584	3.092	3.297	2.647	2.214	3.131
0803 HISTÓRIA/GEOGRAFIA	1.034	867	794	1.045	779	605	764	909	960	744	885	593	844	815	533	486	814
08 FFLCH	4.516	4.396	4.430	4.575	4.196	4.020	5.116	4.287	4.178	4.219	4.188	3.365	4.153	4.355	3.370	2.904	4.214
0901 BLOCO 13B	573	288	462	556	401	246	414	727	679	343	451	540	783	645	179	200	271
09 FCF	573	288	462	556	401	246	414	727	679	343	451	540	783	645	179	200	271

<i>Fase 1 - Consumos (m³/mês)</i>		2000												2001											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
0301 ELÉTRICA		1.001	1.181	1.315	1.187	1.220	1.586	1.621	1.830	1.686	1.119	1.315	655	1.432	1.727	1.736	1.397	1.236	810	1.380	1.566	2.395	1.573	1.762	964
0302 BIÊNIO/PRODUÇÃO		192	729	433	411	311	243	229	224	375	336	546	260	189	261	328	328	328	328	328	328	328	328	328	328
0303 BIÊNIO		158	218	370	344	369	299	321	240	466	466	304	177	225	270	417	377	317	324	329	473	337	482	742	134
0304 CIVIL		3.362	4.290	3.826	3.981	2.778	2.891	2.910	2.658	3.081	2.983	1.964	1.556	1.520	1.812	1.871	1.823	1.856	1.702	1.494	1.526	1.758	2.329	1.616	1.146
0305 CTCC		151	151	137	166	148	127	137	132	152	167	155	181	235	1.079	3.649	3.937	636	348	3.641	1.596	240	506	676	155
0306 ADMINISTRAÇÃO		177	120	151	123	141	153	135	167	172	191	192	215	370	200	210	158	217	253	161	179	169	232	340	591
0307 MINAS/METALURGIA		3.592	3.491	3.220	2.746	1.648	1.759	1.406	1.447	2.206	4.056	2.765	3.005	2.273	1.217	2.394	1.385	1.442	1.554	1.504	1.475	1.393	1.418	1.565	1.815
0308 NAVAL		399	161	195	210	188	677	244	197	282	624	1.707	4.293	158	312	459	495	387	349	391	481	641	675	689	918
0309 MECÂNICA		278	386	389	295	234	244	109	294	295	360	102	44	171	398	190	169	112	89	197	195	316	187	154	185
0310 SEMI-INDUSTRIAL		448	452	544	548	377	469	316	344	481	406	484	417	415	415	461	358	372	499	1.229	1.447	1.457	639	469	312
0311 POÇO ARTESIANO P4 - CIVIL		84	0	54	0	375	57	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0
0312 HIDRÁULICA 1		117	997	182	762	1.689	5.083	1.253	1.727	2.297	2.016	5.589	1.826	1.287	731	334	522	487	545	157	1.520	857	387	1.806	726
0313 HIDRÁULICA 2		10	16	20	31	6	21	9	11	71	53	32	5	11	42	26	20	11	16	13	32	15	17	9	3
03 EP		9.969	12.192	10.836	10.804	9.484	13.609	8.690	9.271	11.564	12.779	15.155	12.634	8.286	8.464	12.075	10.969	7.401	6.822	10.825	10.818	9.906	8.773	10.156	7.277
HIDRÁULICA 3		18	15	16	17	22	18	18	14	22	21	28	17	24	25	27	23	20	13	16	17	21	19	23	12
HIDRÁULICA 4		2.080	2.720	2.382	2.606	1.964	0	0	0	0	0	0	2.856	2.836	2.556	3.033	3.096	2.757	2.669	2.756	1.659	786	837	639	225
DAEE		2.098	2.735	2.398	2.623	1.986	18	18	14	22	21	28	2.873	2.860	2.581	3.060	3.119	2.777	2.682	2.772	1.676	807	856	662	237
EP + DAEE		12.067	14.927	13.234	13.427	11.470	13.627	8.708	9.285	11.586	12.800	15.183	15.507	11.146	11.045	15.135	14.088	10.178	9.504	13.597	12.494	10.713	9.629	10.818	7.514
0801 ADMINISTRAÇÃO		184	184	184	158	125	226	197	168	199	177	192	144	177	176	184	209	230	187	195	236	216	247	212	160
0802 CIÊNCIAS SOCIAIS/LETRAS		1.791	1.484	2.242	2.106	1.844	2.561	2.503	2.318	2.818	2.782	2.726	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618
0803 HISTÓRIA/GEOGRAFIA		628	857	729	936	883	1.124	839	639	490	425	495	285	303	616	547	573	562	448	749	600	625	717	933	509
08 FFLCH		2.603	2.525	3.155	3.200	2.852	3.911	3.539	3.125	3.507	3.384	3.413	3.047	3.098	3.410	3.349	3.400	3.410	3.253	3.562	3.454	3.459	3.582	3.763	3.287
0901 BLOCO 13B		219	211	199	194	208	158	146	142	168	171	174	123	138	139	191	174	137	122	157	163	173	142	136	89
09 FCF		219	211	199	194	208	158	146	142	168	171	174	123	138	139	191	174	137	122	157	163	173	142	136	89

Fase 1 - Consumos (m³/mês)		2002												2003											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
0301 ELÉTRICA		999	1.681	1.675	2.127	1.918	2.060	2.190	2.197	2.377	2.764	2.887	1.669	1.468	1.558	1.931	1.839	1.717	2.044	2.052	2.182	1.709	1.819	2.078	1.279
0302 BIÊNIO/PRODUÇÃO		328	328	328	328	328	328	328	328	841	350	284	181	269	330	334	405	607	759	812	903	796	882	709	715
0303 BIÊNIO		144	512	559	1.007	227	358	467	467	623	522	600	238	272	449	469	407	521	324	373	428	503	389	1.611	289
0304 CIVIL		1.241	1.895	1.547	1.687	1.718	2.078	2.076	2.666	2.202	2.279	2.073	1.521	2.174	2.632	1.991	2.019	2.031	1.847	1.794	1.849	1.676	2.096	1.965	2.045
0305 CTCC		177	369	190	170	176	182	203	242	229	336	882	561	369	761	346	244	249	204	229	191	2.160	164	166	289
0306 ADMINISTRAÇÃO		559	241	303	407	520	304	294	313	233	181	393	373	580	313	314	260	312	437	1.351	589	388	413	353	245
0307 MINAS/METALURGIA		1.104	1.293	1.389	1.686	1.717	2.056	2.322	2.391	2.295	2.261	3.524	3.220	2.275	2.210	1.070	951	1.930	1.514	1.630	1.199	972	1.095	1.140	987
0308 NAVAL		1.027	1.409	3.571	1.444	895	515	453	686	751	1.107	1.285	938	903	1.489	872	1.015	778	465	625	670	612	578	505	461
0309 MECÂNICA		431	453	384	519	585	595	564	609	545	179	176	98	134	97	112	99	105	84	143	129	213	264	105	48
0310 SEMI-INDUSTRIAL		376	448	476	420	495	347	412	452	567	490	379	205	468	517	390	416	405	347	431	369	474	579	410	268
0311 POÇO ARTESIANO P4 - CIVIL		0	0	0	0	0	0	0	31	0	7	0	0	0	0	0	1	9	0	2	0	0	11	6	0
0312 HIDRÁULICA 1		874	532	657	1.272	1.158	866	491	652	752	371	633	657	614	1.028	913	1.226	988	759	591	871	550	467	354	562
0313 HIDRÁULICA 2		11	10	16	12	13	15	31	43	44	34	35	28	21	6	9	6	7	7	7	7	6	8	7	6
03 EP		7.271	9.171	11.095	11.079	9.750	9.704	9.831	11.077	11.459	10.881	13.151	9.689	9.547	11.390	8.751	8.888	9.659	8.791	10.040	9.387	10.059	8.765	9.409	7.194
HIDRÁULICA 3		17	18	19	17	14	16	21	18	19	16	16	12	15	14	16	26	26	23	25	20	17	19	34	14
HIDRÁULICA 4		650	650	1.013	523	665	328	274	184	1.951	1.439	371	83	96	281	460	687	617	658	1.869	923	837	648	373	913
DAEE		667	668	1.032	540	679	344	295	202	1.970	1.455	387	95	111	295	476	713	643	681	1.894	943	854	667	407	927
EP + DAEE		7.938	9.839	12.127	11.619	10.429	10.048	10.126	11.279	13.429	12.336	13.538	9.784	9.658	11.685	9.227	9.601	10.302	9.472	11.934	10.330	10.913	9.432	9.816	8.121
0801 ADMINISTRAÇÃO		191	310	220	250	215	194	227	235	405	218	235	166	210	222	235	230	242	251	253	263	216	200	181	141
0802 CIÊNCIAS SOCIAIS/LETRAS		2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.618	2.364	2.651	2.928	2.178	2.136	2.262	2.732	2.368	2.614	2.284	2.102	2.452	2.620	2.899	2.252	1.130
0803 HISTÓRIA/GEOGRAFIA		546	560	594	685	365	486	402	549	555	665	578	268	365	444	826	565	561	540	410	716	700	628	499	203
08 FFLCH		3.355	3.488	3.432	3.553	3.198	3.298	3.247	3.402	3.324	3.534	3.741	2.612	2.711	2.928	3.793	3.163	3.417	3.075	2.765	3.431	3.536	3.727	2.932	1.474
0901 BLOCO 13B		117	141	106	99	167	82	105	157	108	134	103	49	113	116	90	88	131	147	210	179	263	167	176	105
09 FCF		117	141	106	99	167	82	105	157	108	134	103	49	113	116	90	88	131	147	210	179	263	167	176	105

Fase 1 - Consumos (m³/mês)		1998					1999											
Ligação		ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
1201	PRINCIPAL	2.536	2.436	3.181	3.368	2.229	1.738	1.599	2.387	1.701	2.000	1.939	1.159	1.952	1.854	1.937	2.049	2.538
12 FEA		2.536	2.436	3.181	3.368	2.229	1.738	1.599	2.387	1.701	2.000	1.939	1.159	1.952	1.854	1.937	2.049	2.538
4201	ICB I	3.033	3.033	3.033	3.033	3.033	3.033	5.153	3.689	2.611	2.582	2.022	2.145	2.266	2.470	2.338	2.333	2.819
4202	ICB II	2.142	1.919	1.889	2.118	1.920	1.942	1.780	2.012	1.796	1.730	1.768	1.709	1.737	1.785	1.688	1.636	1.958
4203	ICB III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4204	ICB IV	2.777	1.585	1.063	999	1.587	922	719	1.236	796	704	457	430	517	659	566	447	569
42 ICB		7.952	6.537	5.985	6.150	6.540	5.897	7.652	6.937	5.203	5.016	4.247	4.284	4.520	4.914	4.592	4.416	5.346
4601	BIBLIOTECA	146	146	146	146	56	85	134	161	190	255	239	216	322	184	179	163	163
4602	BLOCO 0	606	606	606	606	606	606	793	579	535	675	505	553	562	471	528	515	661
4603	ALMOXARIFADO/BIOTÉRIO	36.778	22.034	29.648	19.974	15.058	13.732	12.110	16.873	13.529	11.329	9.426	6.203	8.922	10.518	8.028	10.474	9.189
46 IQ		37.530	22.786	30.400	20.726	15.720	14.423	13.037	17.613	14.254	12.259	10.170	6.972	9.806	11.173	8.735	11.152	10.013
6201	ANTIGO PRINCIPAL (OPCIONAL)	24.395	24.286	24.147	20.595	22.800	23.682	17.905	18.585	17.147	20.862	20.862	27.394	21.043	23.098	24.327	29.290	30.026
6202	PRINCIPAL FRENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6203	POÇO ARTESIANO P5 - DROGASIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62 HU		24.395	24.286	24.147	20.595	22.800	23.682	17.905	18.585	17.147	20.862	20.862	27.394	21.043	23.098	24.327	29.290	30.026
7001	CCE	701	659	738	744	1.183	601	763	2.430	405	308	311	243	312	280	270	435	657
70 CCE		701	659	738	744	1.183	601	763	2.430	405	308	311	243	312	280	270	435	657
TOTAL UNIDADES FASE 1		93.234	76.107	87.794	74.315	74.285	63.131	60.241	68.978	59.882	60.152	57.564	53.279	54.346	61.075	53.518	61.760	67.465

Fase 1 - Consumos (m³/mês)		2000												2001											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
1201	PRINCIPAL	1.839	2.027	2.211	2.024	1.963	1.631	1.616	1.593	1.943	1.812	1.661	1.203	1.364	1.927	2.305	2.175	1.976	1.673	1.798	2.022	2.383	2.504	2.407	1.447
12 FEA		1.839	2.027	2.211	2.024	1.963	1.631	1.616	1.593	1.943	1.812	1.661	1.203	1.364	1.927	2.305	2.175	1.976	1.673	1.798	2.022	2.383	2.504	2.407	1.447
4201	ICB I	1.940	2.062	2.243	2.207	1.890	1.798	1.758	1.550	2.017	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870
4202	ICB II	1.522	1.334	1.230	1.327	1.141	1.532	1.792	1.423	1.539	1.359	1.327	1.048	1.189	1.362	1.425	1.867	1.703	1.559	1.591	1.477	1.634	1.630	1.587	1.301
4203	ICB III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4204	ICB IV	480	553	388	549	366	404	423	378	458	388	579	314	458	421	640	512	544	394	358	542	426	392	445	224
42 ICB		3.942	3.949	3.861	4.083	3.397	3.734	3.973	3.351	4.014	3.617	3.776	3.232	3.517	3.653	3.935	4.249	4.117	3.823	3.819	3.889	3.930	3.892	3.902	3.395
4601	BIBLIOTECA	163	121	119	54	76	83	76	78	88	94	84	84	85	85	90	83	105	74	71	90	76	254	228	17
4602	BLOCO 0	1.233	525	451	465	422	486	466	434	594	524	451	456	453	494	760	478	468	387	401	399	476	366	215	129
4603	ALMOXARIFADO/BIOTÉRIO	9.189	9.189	9.189	9.189	8.757	9.112	8.249	9.020	10.647	11.452	10.648	9.855	10.638	10.638	13.812	10.950	9.950	9.335	6.359	7.388	7.304	8.479	7.048	5.881
46 IQ		10.585	9.835	9.759	9.708	9.255	9.681	8.791	9.532	11.329	12.070	11.183	10.395	11.176	11.217	14.662	11.511	10.523	9.796	6.831	7.877	7.856	9.099	7.491	6.027
6201	ANTIGO PRINCIPAL (OPCIONAL)	20.767	16.216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6202	PRINCIPAL FRENTE	0	0	14.900	17.983	17.663	16.932	14.580	11.345	15.567	15.567	15.567	15.567	15.567	15.567	15.567	15.567	14.449	15.107	14.769	16.438	15.866	15.220	14.081	14.058
6203	POÇO ARTESIANO P5 - DROGASIL	383	433	375	461	411	442	420	392	463	421	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62 HU		21.150	16.649	15.275	18.444	18.074	17.374	15.000	11.737	16.030	15.988	15.954	15.567	15.567	15.567	15.567	15.567	14.449	15.107	14.769	16.438	15.866	15.220	14.081	14.058
7001	CCE	1.573	1.020	417	2.350	1.013	382	246	214	335	464	309	288	294	198	334	318	309	364	641	272	220	178	178	196
70 CCE		1.573	1.020	417	2.350	1.013	382	246	214	335	464	309	288	294	198	334	318	309	364	641	272	220	178	178	196
TOTAL UNIDADES FASE 1		53.978	51.143	48.111	53.430	48.232	50.498	42.019	38.979	48.912	50.306	51.653	49.361	46.300	47.156	55.478	51.482	45.099	43.642	45.174	46.609	44.600	44.246	42.776	36.013

Fase 1 - Consumos (m³/mês)		2002												2003											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
1201	PRINCIPAL	1.670	2.426	1.932	2.206	1.680	1.497	1.742	2.112	2.115	1.867	1.955	911	1.447	1.975	2.276	2.073	2.354	1.740	1.799	2.059	1.979	1.898	1.562	756
12 FEA		1.670	2.426	1.932	2.206	1.680	1.497	1.742	2.112	2.115	1.867	1.955	911	1.447	1.975	2.276	2.073	2.354	1.740	1.799	2.059	1.979	1.898	1.562	756
4201	ICB I	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	2.154	2.292	2.238	1.559	2.236	2.283	2.300	2.184	2.424	2.215	2.256	2.498	2.216	2.009	1.654	1.048
4202	ICB II	1.468	2.099	2.318	2.273	2.297	498	1.141	1.771	2.254	2.588	2.659	1.486	1.607	1.599	1.792	2.244	2.352	2.203	2.001	2.597	2.140	1.802	1.552	1.241
4203	ICB III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4204	ICB IV	373	554	720	504	874	366	470	717	648	532	461	204	367	435	445	468	438	380	496	603	368	532	513	286
42 ICB		3.711	4.523	4.908	4.647	5.041	2.734	3.481	4.358	5.056	5.412	5.358	3.249	4.210	4.317	4.537	4.896	5.214	4.798	4.753	5.698	4.724	4.343	3.719	2.575
4601	BIBLIOTECA	34	63	78	121	121	78	78	87	86	84	81	39	113	81	125	330	168	77	65	83	141	141	64	27
4602	BLOCO 0	193	227	217	217	313	206	233	313	232	243	196	122	334	259	179	175	157	139	181	209	183	183	145	96
4603	ALMOXARIFADO/BIOTÉRIO	7.244	8.147	7.563	8.599	8.416	6.535	7.374	8.031	7.576	7.731	8.577	7.475	8.298	8.732	7.827	8.956	8.900	8.066	7.696	7.690	9.903	11.445	13.193	14.955
46 IQ		7.471	8.437	7.858	8.937	8.850	6.819	7.685	8.431	7.894	8.058	8.854	7.636	8.745	9.072	8.131	9.461	9.225	8.282	7.942	7.982	10.227	11.769	13.402	15.078
6201	ANTIGO PRINCIPAL (OPCIONAL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.055	92	0	2	1	1
6202	PRINCIPAL FRENTE	14.439	15.354	15.149	16.644	16.789	16.197	17.483	16.214	16.136	16.517	17.777	18.573	16.871	15.848	15.535	16.063	17.204	17.876	10.950	14.130	13.327	12.305	10.779	10.559
6203	POÇO ARTESIANO P5 - DROGASIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62 HU		14.439	15.354	15.149	16.644	16.789	16.197	17.483	16.214	16.136	16.517	17.777	18.573	16.871	15.848	15.535	16.063	17.204	17.876	10.950	14.130	13.327	12.305	10.779	10.559
7001	CCE	304	196	220	284	382	561	287	234	225	213	244	247	351	380	207	216	247	247	246	261	292	285	301	288
70 CCE		304	196	220	284	382	561	287	234	225	213	244	247	351	380	207	216	247	247	246	261	292	285	301	288
TOTAL UNIDADES FASE 1		39.005	44.404	45.732	47.989	46.536	41.236	44.156	46.187	48.287	48.071	51.570	43.061	44.106	46.321	43.796	45.561	48.094	45.637	40.599	44.070	45.261	43.926	42.687	38.956

ANEXO N - Consumo de água através das ligações de tarifação - Fase 2

<i>Fase 2 - Consumos (m³/mês)</i>	1999						2000											
Ligação	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
0101 REITORIA - BLOCO K	351	450	314	759	2.175	1.909	1.483	455	521	511	223	433	353	324	384	361	394	449
0102 REITORIA - BLOCO L	353	335	349	443	444	496	410	222	424	1.235	736	735	394	344	361	345	442	528
0103 ALMOXARIFADO	396	358	350	354	378	344	361	346	310	390	350	457	517	482	400	465	136	410
0104 COORD.GERAL - ALMOX.	0	0	0	0	3.118	711	818	464	312	268	243	220	134	311	484	305	187	278
0105 DIVERSOS BARRACÕES 1	0	3	0	1.814	238	189	243	222	225	270	297	218	278	213	208	595	180	200
0106 DIVERSOS BARRACÕES 2	2.680	167	231	27	146	223	164	150	135	654	535	196	98	118	138	133	20	123
0107 DIVERSOS BARRACÕES 3	5.385	4.729	3.395	3.279	433	2.212	2.032	274	1.808	5.198	6.065	6.964	5.614	5.426	2.917	3.444	3.722	3.859
0108 DIVERSOS BARRACÕES 4	1	1	0	0	1	0	1	1	3	2	5	3	5	1	4	2	11	14
0109 CENTRO DE CONVIVÊNCIA - RUSP	550	444	686	547	855	1.464	1.578	1.482	1.360	2.043	2.039	2.144	1.723	1.918	1.590	1.568	1.576	1.807
0110 ANFITEATRO DE CONVENÇÕES	68	85	87	87	206	117	119	130	140	126	164	110	82	93	107	153	140	65
0111 ARQUIVO CENTRAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01 RUSP	9.784	6.572	5.412	7.310	7.994	7.665	7.209	3.746	5.238	10.697	10.657	11.480	9.198	9.230	6.593	7.371	6.808	7.733
0401 IEE 1	57	45	83	96	47	151	70	51	48	69	25	31	39	44	71	51	100	82
0402 IEE 2	2	2	0	0	0	0	247	306	262	281	235	231	211	200	225	324	283	269
0403 IEE 3	59	56	623	45	66	35	49	49	43	53	46	53	52	70	66	123	67	47
04 IEE	118	103	706	141	113	186	366	406	353	403	306	315	302	314	362	498	450	398
1001 FMVZ	2.147	3.058	1.211	2.205	3.275	1.830	2.249	2.654	2.501	2.795	1.999	2.207	2.304	2.882	3.653	3.538	3.937	4.818
10 FMVZ	2.147	3.058	1.211	2.205	3.275	1.830	2.249	2.654	2.501	2.795	1.999	2.207	2.304	2.882	3.653	3.538	3.937	4.818
1401 IAG	228	268	237	237	331	156	361	495	527	225	202	289	223	238	252	270	358	196
14 IAG	228	268	237	237	331	156	361	495	527	225	202	289	223	238	252	270	358	196
1601 FAU 1	998	775	1.586	1.730	1.148	481	683	776	946	232	276	280	704	882	644	576	526	602
1602 FAU 2	45	45	46	31	59	47	55	71	38	35	30	35	44	41	33	36	25	25
1603 ATELIER	5	5	7	5	65	0	0	9	15	10	17	12	10	12	7	9	10	24
16 FAU	1.048	825	1.639	1.766	1.272	528	738	856	999	277	323	327	758	935	684	621	561	651

<i>Fase 2 - Consumos (m³/mês)</i>	2001												2002											
Ligação	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
0101 REITORIA - BLOCO K	396	1.040	598	646	1.095	1.059	534	484	511	661	639	489	537	609	604	648	600	571	345	290	303	349	378	374
0102 REITORIA - BLOCO L	496	491	409	465	448	420	427	382	503	402	348	248	297	404	405	453	557	415	388	549	441	414	382	289
0103 ALMOXARIFADO	149	95	67	23	19	38	25	65	90	99	24	197	148	82	153	97	38	38	74	55	85	65	65	65
0104 COORD.GERAL - ALMOX.	169	538	164	188	139	134	162	184	147	137	196	86	153	205	105	186	137	248	93	225	202	192	110	596
0105 DIVERSOS BARRACÕES 1	224	338	521	342	230	236	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	200	274	273	345	345
0106 DIVERSOS BARRACÕES 2	304	297	132	134	180	171	118	95	117	100	135	105	129	170	137	175	175	168	157	369	107	151	114	38
0107 DIVERSOS BARRACÕES 3	3.134	3.944	7.605	3.676	3.533	4.359	2.618	3.420	3.079	4.346	3.747	3.069	3.388	3.646	3.287	3.475	3.892	5.119	3.993	3.902	3.902	3.902	3.229	2.943
0108 DIVERSOS BARRACÕES 4	61	77	125	32	32	28	24	18	69	16	17	17	21	22	22	45	110	102	106	110	146	0	42	0
0109 CENTRO DE CONVIVÊNCIA - RUSP	1.578	2.464	1.468	316	338	677	365	352	166	213	237	237	242	255	230	269	254	200	214	268	243	278	255	172
0110 ANFITEATRO DE CONVENÇÕES	60	76	104	50	51	63	72	91	92	99	102	91	125	115	97	102	79	107	83	108	108	108	129	48
0111 ARQUIVO CENTRAL	0	0	0	0	89	92	43	47	68	61	64	72	76	55	54	61	60	48	74	65	79	99	113	78
01 RUSP	6.571	9.360	11.193	5.872	6.154	7.277	4.580	5.138	4.842	6.134	5.509	4.611	5.116	5.563	5.094	5.511	5.902	7.016	5.527	6.034	5.816	5.832	5.090	4.948
0401 IEE 1	82	102	92	104	240	1.862	234	300	310	312	261	161	174	216	252	227	298	354	264	160	209	185	229	203
0402 IEE 2	282	303	287	116	99	95	102	125	154	117	113	68	92	91	104	138	147	157	149	160	156	147	132	104
0403 IEE 3	49	62	66	42	28	32	34	33	35	34	34	25	30	40	40	37	36	37	35	38	39	38	39	28
04 IEE	413	467	445	262	367	1.989	370	458	499	463	408	254	296	347	396	402	481	548	448	358	404	370	400	335
1001 FMVZ	3.554	3.570	2.430	2.146	2.218	2.216	2.241	2.290	2.175	2.133	2.129	2.237	2.350	2.859	2.867	3.208	2.797	2.412	2.646	2.604	2.970	2.467	2.831	2.635
10 FMVZ	3.554	3.570	2.430	2.146	2.218	2.216	2.241	2.290	2.175	2.133	2.129	2.237	2.350	2.859	2.867	3.208	2.797	2.412	2.646	2.604	2.970	2.467	2.831	2.635
1401 IAG	209	443	396	343	400	321	292	304	322	331	384	239	197	249	268	394	353	302	296	366	329	328	385	296
14 IAG	209	443	396	343	400	321	292	304	322	331	384	239	197	249	268	394	353	302	296	366	329	328	385	296
1601 FAU 1	392	568	744	856	754	543	478	577	731	1.080	565	416	434	698	633	706	688	660	728	920	854	1.017	730	386
1602 FAU 2	21	46	46	39	33	41	41	43	51	48	70	87	188	204	114	66	36	42	49	44	46	54	78	59
1603 ATELIER	5	6	7	8	11	12	6	6	6	7	6	7	11	7	6	8	6	6	9	11	10	8	9	8
16 FAU	418	620	797	903	798	596	525	626	788	1.135	641	510	633	909	753	780	730	708	786	975	910	1.079	817	453

<i>Fase 2 - Consumos (m³/mês)</i>	2003											
Ligação	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
0101 REITORIA - BLOCO K	484	536	501	508	470	372	396	401	366	319	376	220
0102 REITORIA - BLOCO L	378	308	355	328	388	365	371	462	363	353	361	256
0103 ALMOXARIFADO	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
0104 COORD.GERAL - ALMOX.	672	126	142	125	131	106	136	135	133	131	111	58
0105 DIVERSOS BARRACÕES 1	317	423	420	407	455	503	562	824	235	328	227	205
0106 DIVERSOS BARRACÕES 2	55	62	79	89	111	111	93	110	93	85	152	53
0107 DIVERSOS BARRACÕES 3	3.351	4.263	3.462	3.651	3.503	3.119	3.203	3.060	3.249	4.333	3.948	4.914
0108 DIVERSOS BARRACÕES 4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0109 CENTRO DE CONVIVÊNCIA - RUSP	272	246	222	207	235	199	212	241	225	199	306	71
0110 ANFITEATRO DE CONVENÇÕES	84	74	74	71	66	62	68	99	88	90	102	43
0111 ARQUIVO CENTRAL	72	91	82	105	97	115	238	140	90	109	139	104
01 RUSP	5.750	6.194	5.405	5.556	5.521	5.017	5.344	5.537	4.907	6.012	5.787	5.989
0401 IEE 1	194	179	214	227	306	303	107	109	94	92	54	73
0402 IEE 2	127	143	145	132	149	151	147	147	201	189	148	88
0403 IEE 3	64	35	45	45	45	40	42	42	42	77	42	28
04 IEE	385	357	404	404	500	494	296	298	337	358	244	189
1001 FMVZ	2.763	3.075	3.252	2.853	2.734	3.438	3.015	3.586	3.475	3.123	2.886	2.820
10 FMVZ	2.763	3.075	3.252	2.853	2.734	3.438	3.015	3.586	3.475	3.123	2.886	2.820
1401 IAG	354	282	266	225	249	226	156	238	204	189	199	96
14 IAG	354	282	266	225	249	226	156	238	204	189	199	96
1601 FAU 1	551	896	957	865	1.345	1.209	703	797	721	766	823	478
1602 FAU 2	69	134	68	85	76	82	81	89	76	86	70	34
1603 ATELIER	15	7	7	10	9	9	9	12	10	10	7	7
16 FAU	635	1.037	1.032	960	1.430	1.300	793	898	807	862	900	519

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		1999						2000											
Ligação		jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
2101	IO	804	746	395	636	682	272	354	359	367	464	299	307	350	369	440	303	499	378
21 IO		804	746	395	636	682	272	354	359	367	464	299	307	350	369	440	303	499	378
2301	FO	2.061	2.832	3.111	2.916	3.154	1.844	2.093	3.007	2.934	2.539	2.420	2.685	1.853	2.476	3.573	4.487	5.116	3.030
2302	CLÍNICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 FO		2.061	2.832	3.111	2.916	3.154	1.844	2.093	3.007	2.934	2.539	2.420	2.685	1.853	2.476	3.573	4.487	5.116	3.030
2701	ECA	601	654	687	586	766	613	2.762	3.119	2.331	2.419	2.739	2.871	928	323	317	1.599	284	166
2702	BLOCOS A, B, C	2.160	2.300	2.242	2.245	2.170	1.195	1.976	2.264	1.847	1.892	1.457	1.460	1.435	1.757	1.557	1.450	1.276	1.220
2703	CONJUNTO DAS ARTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	726	726	726	1.343	1.493
27 ECA		2.761	2.954	2.929	2.831	2.936	1.808	4.738	5.383	4.178	4.311	4.196	4.331	2.363	2.806	2.600	3.775	2.903	2.879
3201	MAC 1	246	246	246	246	412	220	330	164	205	222	292	277	346	348	304	328	277	316
3202	MAC 2	1	1	1	1	1	1	92	124	101	119	108	115	108	115	195	59	60	46
32 MAC		247	247	247	247	413	221	422	288	306	341	400	392	454	463	499	387	337	362
3501	CRUSP - BLOCO A	1.135	858	1.039	1.114	1.462	1.185	1.156	1.328	1.174	1.116	995	1.038	1.256	1.210	1.140	1.250	1.166	869
3502	CRUSP - BLOCO B	1.303	1.270	3.835	3.711	1.635	1.020	1.192	1.313	988	788	728	797	774	1.006	863	919	1.031	827
3503	CRUSP - BLOCO C	3.877	2.931	657	443	545	624	896	1.080	1.114	1.171	1.175	1.081	920	1.061	1.109	1.170	1.158	980
3504	CRUSP - BLOCO D	2.499	2.455	0	2.777	2.434	784	921	1.112	1.125	1.128	998	1.095	1.038	1.065	1.057	1.121	1.027	1.039
3505	CRUSP - BLOCO E	245	297	184	179	415	255	1.671	1.023	765	3.426	1.721	0	512	284	273	305	365	332
3506	CRUSP - BLOCO F	1.226	1.076	1.155	1.439	1.447	1.173	1.200	1.093	1.000	1.212	1.337	1.120	770	854	908	937	902	632
3507	CRUSP - BLOCO G	1.031	1.158	0	0	1.440	742	1.272	1.167	1.257	1.175	2.293	1.145	988	1.138	1.167	1.242	1.271	1.030
3508	LAVANDERIA - BL. B	90	139	98	94	113	93	98	104	103	121	126	148	162	128	180	120	76	135
3509	ADM./CASA DAS CALDEIRAS	708	1.703	695	894	1.801	318	690	502	629	310	52	576	833	1.583	666	504	353	752
3510	CRECHE CENTRAL	833	892	0	925	878	132	451	493	554	389	1.019	1.236	1.521	1.453	1.194	1.056	892	1.225
3511	CRECHE OESTE	236	282	1.855	1.117	426	215	294	210	196	83	25	145	282	291	246	257	262	247
3512	CLUBE FUNC. - SANIT. PÚBLICO	110	68	56	87	23	37	20	22	48	150	48	130	76	17	15	7	22	44
3513	CLUBE DOS PROFESSORES	535	535	535	535	1.097	663	840	768	2.836	442	9	285	394	321	369	380	493	164
3514	RESTAURANTE CENTRAL	1.375	1.434	1.332	1.488	1.670	843	1.322	1.633	1.543	535	49	1.171	1.087	1.436	2.529	2.335	1.200	1.626
3515	RESTAURANTE DA FÍSICA	645	593	491	807	479	89	115	277	283	97	13	151	141	277	266	284	333	156
35 COSEAS		15.848	15.691	11.932	15.610	15.865	8.173	12.138	12.125	13.615	12.143	10.588	10.118	10.754	12.124	11.982	11.887	10.551	10.058

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		2001												2002											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
2101	IO	330	376	420	298	364	344	328	323	343	372	356	292	323	392	427	413	417	390	416	491	527	341	778	616
21 IO		330	376	420	298	364	344	328	323	343	372	356	292	323	392	427	413	417	390	416	491	527	341	778	616
2301	FO	3.427	2.820	3.066	2.457	2.271	2.073	1.830	2.306	2.467	2.197	2.215	648	1.320	2.043	2.082	2.649	2.562	2.047	1.885	2.390	2.729	2.795	2.798	863
2302	CLÍNICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 FO		3.427	2.820	3.066	2.457	2.271	2.073	1.830	2.306	2.467	2.197	2.215	648	1.320	2.043	2.082	2.649	2.562	2.047	1.885	2.390	2.729	2.795	2.798	863
2701	ECA	176	217	288	283	290	276	447	3.287	246	130	182	131	319	517	311	1.825	1.180	254	272	324	331	312	335	171
2702	BLOCOS A, B, C	1.380	963	917	853	805	706	655	1.037	1.377	1.214	887	751	758	1.005	1.011	1.117	1.082	931	891	922	709	621	596	307
2703	CONJUNTO DAS ARTES	1.300	1.613	1.829	419	398	617	383	465	479	339	429	112	147	424	384	510	511	293	282	509	556	557	733	859
27 ECA		2.856	2.793	3.034	1.555	1.493	1.599	1.485	4.789	2.102	1.683	1.498	994	1.224	1.946	1.706	3.452	2.773	1.478	1.445	1.755	1.596	1.490	1.664	1.337
3201	MAC 1	331	384	264	277	318	238	99	146	184	207	166	190	279	272	232	216	177	283	229	278	225	262	331	241
3202	MAC 2	42	57	82	27	27	20	15	21	18	22	20	11	14	22	25	27	41	38	19	24	22	21	33	58
32 MAC		373	441	346	304	345	258	114	167	202	229	186	201	293	294	257	243	218	321	248	302	247	283	364	299
3501	CRUSP - BLOCO A	988	1.074	1.201	1.132	867	549	626	728	731	825	797	527	684	942	800	925	821	716	692	960	917	866	1.034	604
3502	CRUSP - BLOCO B	821	871	942	819	769	656	645	627	692	775	699	454	585	769	731	915	614	734	658	771	807	793	926	670
3503	CRUSP - BLOCO C	2.709	3.317	1.377	1.219	1.091	799	725	877	855	940	988	644	811	1.004	1.048	1.107	1.010	939	866	1.014	995	946	1.142	837
3504	CRUSP - BLOCO D	1.236	1.263	1.365	1.228	1.202	969	709	1.036	1.050	1.101	1.074	835	971	1.158	1.141	1.480	1.991	2.037	1.999	900	889	858	1.050	700
3505	CRUSP - BLOCO E	438	419	682	607	433	456	418	1.477	1.790	1.898	1.695	1.488	1.812	2.167	2.767	1.873	2.329	2.031	1.708	1.717	1.682	1.659	1.957	1.087
3506	CRUSP - BLOCO F	797	931	968	934	915	782	757	832	869	962	889	1.623	2.048	1.334	797	896	807	708	661	882	861	835	991	567
3507	CRUSP - BLOCO G	1.127	1.241	1.355	1.213	1.206	995	1.021	1.171	1.185	1.395	1.012	851	1.124	1.337	1.168	1.199	1.204	1.076	1.003	1.155	1.142	1.119	1.268	878
3508	LAVANDERIA - BL. B	199	351	71	63	36	31	58	94	95	103	85	154	151	171	132	142	64	178	204	195	154	218	220	359
3509	ADM./CASA DAS CALDEIRAS	565	598	683	674	883	959	880	948	1.024	1.003	1.489	617	562	809	810	893	561	962	675	723	684	659	689	375
3510	CRECHE CENTRAL	420	635	614	721	1.117	1.216	484	495	381	514	452	590	590	401	473	446	1.711	410	377	501	490	502	480	220
3511	CRECHE OESTE	116	228	249	209	167	194	1.225	200	196	225	360	518	393	491	544	225	186	174	158	210	218	231	216	55
3512	CLUBE DOS FUNC. - SANIT. PÚBLICO	69	51	9	2	75	69	20	69	25	27	96	106	133	164	122	126	124	116	144	178	196	218	207	71
3513	CLUBE DOS PROFESSORES	224	388	419	389	322	338	358	401	375	328	338	135	187	305	305	345	252	295	339	430	396	436	442	417
3514	RESTAURANTE CENTRAL	1.002	2.255	2.872	1.919	1.305	1.313	1.495	1.598	1.569	1.359	1.395	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	1.454	2.021	2.287	2.467	2.845	861	
3515	RESTAURANTE DA FÍSICA	101	325	338	326	304	150	230	278	363	333	309	72	92	350	342	386	367	168	362	528	556	510	561	294
35 COSEAS		10.812	13.947	13.145	11.455	10.692	9.476	9.651	10.831	11.200	11.788	11.678	10.068	11.597	12.856	12.634	12.412	13.495	11.998	11.300	12.185	12.274	12.317	14.028	7.995

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		2003											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
2101	IO	466	645	523	458	506	410	398	499	477	624	440	410
21 IO		466	645	523	458	506	410	398	499	477	624	440	410
2301	FO	1.746	2.089	2.462	2.317	2.349	1.987	1.815	2.289	2.305	2.227	2.443	1.106
2302	CLÍNICAS	2	587	836	763	682	345	154	119	338	388	334	75
23 FO		1.748	2.676	3.298	3.080	3.031	2.332	1.969	2.408	2.643	2.615	2.777	1.181
2701	ECA	284	332	337	325	353	267	262	397	498	380	347	207
2702	BLOCOS A, B, C	517	741	867	795	657	447	604	864	759	621	676	532
2703	CONJUNTO DAS ARTES	1.975	3.310	3.573	1.528	766	574	744	471	436	393	461	119
27 ECA		2.776	4.383	4.777	2.648	1.776	1.288	1.610	1.732	1.693	1.394	1.484	858
3201	MAC 1	202	285	108	176	351	238	225	150	324	206	256	294
3202	MAC 2	38	69	35	39	33	56	48	34	41	52	64	49
32 MAC		240	354	143	215	384	294	273	184	365	258	320	343
3501	CRUSP - BLOCO A	903	978	869	915	885	858	744	836	1.106	1.295	894	572
3502	CRUSP - BLOCO B	760	891	891	780	854	740	796	1.033	841	860	830	552
3503	CRUSP - BLOCO C	1.039	1.142	1.147	1.163	1.130	978	999	1.103	1.126	1.080	1.063	912
3504	CRUSP - BLOCO D	1.339	1.405	1.374	1.315	1.536	1.356	1.251	1.417	1.285	1.214	1.151	532
3505	CRUSP - BLOCO E	1.756	1.785	1.719	1.620	1.647	1.501	1.736	1.941	1.828	1.810	1.751	1.543
3506	CRUSP - BLOCO F	822	886	872	852	911	756	729	861	913	957	992	492
3507	CRUSP - BLOCO G	1.163	1.330	1.157	1.214	1.257	1.105	1.068	1.161	1.107	1.171	975	698
3508	LAVANDERIA - BL. B	286	225	141	112	83	101	32	37	62	107	81	20
3509	ADM./CASA DAS CALDEIRAS	711	722	712	598	702	660	737	753	781	742	682	182
3510	CRECHE CENTRAL	214	612	475	422	511	358	438	536	513	531	541	144
3511	CRECHE OESTE	155	236	167	207	235	173	170	271	196	195	186	64
3512	CLUBE DOS FUNC. - SANIT. PÚBLICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	25
3513	CLUBE DOS PROFESSORES	209	239	427	312	379	362	413	385	334	462	355	192
3514	RESTAURANTE CENTRAL	2.094	2.281	2.249	2.207	2.080	1.644	2.177	2.589	2.503	2.282	1.446	13
3515	RESTAURANTE DA FÍSICA	145	445	460	350	368	155	191	406	416	384	450	284
35 COSEAS		11.596	13.177	12.660	12.067	12.578	10.747	11.481	13.329	13.011	13.090	11.436	6.225

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		1999						2000											
Ligação		jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
3901	EEFE	1.071	801	834	905	762	502	841	2.083	879	843	1.199	1.330	1.499	802	1.103	878	628	267
39 EEFE		1.071	801	834	905	762	502	841	2.083	879	843	1.199	1.330	1.499	802	1.103	878	628	267
4101	ERNESTO MARCUS 1	1.191	1.518	1.233	1.224	2.001	993	1.500	318	932	930	942	638	820	779	846	772	725	1.281
4102	ERNESTO MARCUS 2	18	1	76	0	1	1	2	10	3	8	2	2	3	2	4	9	4	3
4103	ADMINISTRAÇÃO	406	328	0	433	276	232	264	151	113	234	162	152	114	116	121	185	125	144
4104	PAULO SAWAYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	124	140	158	191	134
4105	ANDRÉ DREYFUS	1.033	1.076	1.501	1.490	2.041	1.249	2.061	1.239	1.257	1.446	1.192	197	552	671	1.042	1.160	668	1.066
4106	PROJETO GENOMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	156	94	145	111	138
4107	MINAS GERAIS	219	171	241	189	138	67	60	94	132	187	253	126	77	74	56	82	102	82
41 IB		2.867	3.094	3.051	3.336	4.457	2.542	3.887	1.812	2.437	2.805	2.551	1.115	1.728	1.922	2.303	2.511	1.926	2.848
4301	PRINCIPAL	1.358	1.487	1.530	1.857	1.769	1.491	1.878	1.990	2.025	4.276	10.016	2.697	2.322	3.051	813	3.422	1.562	2.311
4302	LABORATÓRIO DE PLASMA	15	28	35	37	26	0	6	29	20	15	20	18	37	39	36	36	24	31
4303	PELLETRON 1	1.090	1.140	670	754	2.478	1.901	1.633	1.113	939	1.309	1.379	1.048	1.041	1.099	439	111	132	645
4304	BIBLIOTECA	85	198	23	28	369	339	468	309	47	53	36	42	47	96	91	142	110	88
4305	BASÍLIO JAFET	276	218	273	375	301	183	225	292	364	464	232	877	469	576	492	645	526	597
4306	DOSIMETRIA	18	23	33	27	18	6	7	15	20	21	17	20	9	14	91	43	48	37
4307	ACELERADOR LINEAR	53	44	34	153	2	0	0	2	5	2	4	34	62	46	32	6	6	31
4308	LAB. ABERTO FÍS. NUCLEAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4309	PELLETRON 2	1	1	0	2	0	1	2	2	2	5	1	0	1	0	1	1	0	1
43 IF		2.896	3.139	2.598	3.233	4.963	3.921	4.219	3.752	3.422	6.145	11.705	4.736	3.988	4.921	1.995	4.406	2.408	3.741
4401	IGc	2.091	1.921	2.930	2.243	4.690	2.639	3.496	3.578	2.527	1.438	1.155	1.811	1.580	1.580	1.482	2.101	1.722	4.398
44 IGc		2.091	1.921	2.930	2.243	4.690	2.639	3.496	3.578	2.527	1.438	1.155	1.811	1.580	1.580	1.482	2.101	1.722	4.398
4501	IME	2.437	2.317	1.094	1.220	3.006	2.206	3.304	2.425	2.354	2.598	2.489	2.884	2.899	1.557	961	1.093	1.026	1.736
45 IME		2.437	2.317	1.094	1.220	3.006	2.206	3.304	2.425	2.354	2.598	2.489	2.884	2.899	1.557	961	1.093	1.026	1.736

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		2001												2002											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
3901	EEFE	661	892	1.013	697	725	740	740	2.195	1.033	855	1.721	1.012	542	781	846	1.507	1.373	1.427	316	724	678	834	621	543
39 EEFE		661	892	1.013	697	725	740	740	2.195	1.033	855	1.721	1.012	542	781	846	1.507	1.373	1.427	316	724	678	834	621	543
4101	ERNESTO MARCUS 1	901	887	894	865	671	648	608	654	485	494	452	476	501	680	652	686	688	543	517	551	621	355	617	419
4102	ERNESTO MARCUS 2	10	19	9	6	3	5	4	15	14	8	8	8	8	8	8	5	9	5	5	7	20	5	7	4
4103	ADMINISTRAÇÃO	150	211	196	193	132	135	173	155	125	179	161	93	121	169	125	171	153	133	134	144	139	100	145	130
4104	PAULO SAWAYA	97	214	255	218	225	161	109	106	107	87	132	132	132	462	113	80	106	89	85	106	119	121	118	46
4105	ANDRÉ DREYFUS	840	1.280	1.070	1.170	1.119	935	1.110	1.248	912	800	924	1.194	550	727	794	1.221	1.132	1.166	1.373	1.144	1.341	804	607	795
4106	PROJETO GENOMA	79	116	169	141	88	124	74	76	56	56	79	79	79	91	107	124	168	110	196	275	266	327	171	64
4107	MINAS GERAIS	42	66	70	70	67	48	108	164	138	17	18	62	19	27	23	31	29	36	14	27	191	38	37	25
41 IB		2.119	2.793	2.663	2.663	2.305	2.056	2.186	2.418	1.837	1.641	1.774	2.044	1.410	2.164	1.822	2.318	2.285	2.082	2.324	2.254	2.697	1.750	1.702	1.483
4301	PRINCIPAL	1.567	1.618	1.878	1.824	1.834	1.923	1.619	1.714	1.757	1.820	1.785	1.863	2.307	7.238	7.971	7.683	4.807	4.807	4.807	1.038	1.363	1.366	1.490	1.060
4302	LABORATÓRIO DE PLASMA	35	12	18	48	11	12	20	10	11	11	11	5	13	16	3	18	12	15	11	11	29	16	15	19
4303	PELLETTRON 1	101	120	201	418	712	366	192	109	87	85	100	91	90	96	93	102	125	115	111	112	124	116	124	103
4304	BIBLIOTECA	119	98	159	126	32	14	17	21	19	22	19	13	6	26	18	31	23	18	33	67	40	49	49	15
4305	BASÍLIO JAFET	553	726	903	620	248	198	158	151	181	166	200	131	130	247	158	190	148	145	169	222	251	203	272	188
4306	DOSIMETRIA	8	31	14	23	27	12	6	14	19	9	6	4	9	11	9	12	21	18	11	19	17	19	13	8
4307	ACELERADOR LINEAR	5	262	284	18	11	6	5	4	2	5	8	19	6	2	9	13	3	4	29	13	20	8	6	26
4308	LAB. ABERTO FÍS. NUCLEAR	0	0	0	0	0	151	19	11	10	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
4309	PELLETTRON 2	22	3	2	3	6	21	30	2	0	1	0	0	0	0	0	4	0	3	4	2	3	0	0	2
43 IF		2.410	2.870	3.459	3.080	2.881	2.703	2.066	2.036	2.086	2.150	2.160	2.157	2.592	7.667	8.292	8.084	5.170	5.156	5.206	1.515	1.878	1.808	2.000	1.452
4401	IGc	2.924	1.791	1.913	1.805	1.377	1.233	1.285	1.289	1.607	1.462	1.410	964	1.270	1.422	1.691	1.953	1.523	1.359	1.495	1.353	1.356	1.415	1.567	1.037
44 IGc		2.924	1.791	1.913	1.805	1.377	1.233	1.285	1.289	1.607	1.462	1.410	964	1.270	1.422	1.691	1.953	1.523	1.359	1.495	1.353	1.356	1.415	1.567	1.037
4501	IME	1.238	1.371	1.415	1.327	1.415	656	724	957	1.132	1.268	1.186	827	883	1.249	1.217	1.408	1.105	815	609	885	956	740	860	587
45 IME		1.238	1.371	1.415	1.327	1.415	656	724	957	1.132	1.268	1.186	827	883	1.249	1.217	1.408	1.105	815	609	885	956	740	860	587

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		2003											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
3901	EEFE	900	567	767	684	656	493	414	696	700	641	927	1.465
39 EEFE		900	567	767	684	656	493	414	696	700	641	927	1.465
4101	ERNESTO MARCUS 1	481	345	290	270	324	340	363	370	436	328	316	256
4102	ERNESTO MARCUS 2	6	7	5	6	5	6	7	5	7	6	8	9
4103	ADMINISTRAÇÃO	115	131	136	154	134	142	175	173	129	134	192	215
4104	PAULO SAWAYA	57	155	106	101	122	73	65	91	108	103	87	66
4105	ANDRÉ DREYFUS	660	1.030	1.046	1.151	1.203	1.327	1.040	859	737	1.553	988	1.374
4106	PROJETO GENOMA	62	103	102	65	98	77	87	108	66	75	52	45
4107	MINAS GERAIS	13	86	71	38	94	147	9	43	24	16	13	7
41 IB		1.394	1.857	1.756	1.785	1.980	2.112	1.746	1.649	1.507	2.215	1.656	1.972
4301	PRINCIPAL	1.256	1.413	1.269	1.328	1.798	1.211	823	988	922	719	645	415
4302	LABORATÓRIO DE PLASMA	12	18	16	13	15	12	15	17	16	13	8	6
4303	PELLETRON 1	110	116	171	167	162	135	174	162	90	93	83	62
4304	BIBLIOTECA	30	48	53	48	53	37	114	54	57	51	44	19
4305	BASÍLIO JAFET	290	331	345	413	415	405	448	559	589	694	690	760
4306	DOSIMETRIA	11	20	35	37	49	19	13	16	20	12	14	36
4307	ACELERADOR LINEAR	8	140	6	9	1	11	3	26	40	57	25	1
4308	LAB. ABERTO FÍS. NUCLEAR	0	353	7	8	4	4	15	12	6	27	7	3
4309	PELLETRON 2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43 IF		1.719	2.441	1.902	2.023	2.497	1.834	1.605	1.834	1.740	1.666	1.516	1.302
4401	IGc	1.405	1.477	1.508	1.466	1.475	1.282	1.397	1.449	356	809	688	506
44 IGc		1.405	1.477	1.508	1.466	1.475	1.282	1.397	1.449	356	809	688	506
4501	IME	897	1.462	1.859	1.117	945	790	1.055	938	741	686	734	462
45 IME		897	1.462	1.859	1.117	945	790	1.055	938	741	686	734	462

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		1999						2000											
Ligação		jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
4701	BLOCO E	782	3.334	734	734	4.922	3.661	3.220	3.921	3.807	4.816	4.785	4.304	2.479	5.406	4.331	6.191	5.620	6.639
47 IP		782	3.334	734	734	4.922	3.661	3.220	3.921	3.807	4.816	4.785	4.304	2.479	5.406	4.331	6.191	5.620	6.639
4801	FE	2.527	1.499	1.443	1.578	1.607	1.278	1.586	1.856	1.748	1.579	1.384	1.508	1.428	1.513	1.213	1.287	1.166	1.273
48 FE		2.527	1.499	1.443	1.578	1.607	1.278	1.586	1.856	1.748	1.579	1.384	1.508	1.428	1.513	1.213	1.287	1.166	1.273
4901	PCO	1.570	1.598	1.438	1.506	1.608	1.475	1.601	1.640	1.395	852	289	1.343	1.376	1.378	1.337	1.480	1.465	1.396
4902	PORTARIA 1 - PRINCIPAL	88	73	196	49	169	70	84	84	72	125	153	144	71	84	103	107	4	7
4903	PORTARIA 2 - JAGUARÉ	27	18	12	17	24	20	19	19	22	36	24	19	19	15	19	35	1	2
4904	PORTARIA MERCADINHO	62	16	20	32	25	76	36	40	37	30	11	18	14	14	22	27	2	2
4905	PORTARIA VILA INDIANA	9	10	28	27	142	43	13	7	9	2	0	0	0	0	0	0	0	1
4906	CENTRAL TELEFÔNICA - USP	97	94	286	267	39	27	35	32	36	80	46	56	56	35	26	24	30	61
4907	PÇA. DO RELÓGIO	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	249	53	419	0	3	0	0	0
4908	FONTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	s/d	s/d	s/d	419	399	485
4909	VIVEIRO DE PLANTAS - PORTARIA	15	12	7	9	13	12	20	15	21	27	32	28	44	18	22	26	20	30
4910	VIVEIRO DE PLANTAS	1.269	1.801	727	933	2.558	2.822	2.588	2.444	2.291	2.406	1.556	2.456	1.525	1.531	1.451	2.105	1.969	2.338
4911	PÇA. RAMOS DE AZEVEDO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0
4912	POÇO ARTESIANO P1 - RAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4913	POÇO ARTESIANO P2 - RAIA	0	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4914	POÇO ARTESIANO P3 - RAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4915	POÇO ARTESIANO P6 - PCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	20	0	0	0
4916	GRÊMIO DA PCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	18	22	2	3	5
4917	TERMINAL DE ÔNIBUS - USP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	129	116
49 PCO		3.137	3.629	2.714	2.841	4.578	4.545	4.398	4.282	3.884	3.558	2.360	4.117	3.541	3.138	3.026	4.357	4.022	4.443

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		2001												2002											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
4701	BLOCO E	5.843	5.846	3.347	3.657	2.725	1.422	2.151	1.883	1.425	2.514	2.648	988	928	1.124	1.136	911	1.061	1.694	1.969	1.165	871	1.045	1.287	888
47 IP		5.843	5.846	3.347	3.657	2.725	1.422	2.151	1.883	1.425	2.514	2.648	988	928	1.124	1.136	911	1.061	1.694	1.969	1.165	871	1.045	1.287	888
4801	FE	1.023	1.544	1.415	1.264	1.298	1.039	1.229	1.521	1.134	1.137	1.027	666	969	1.041	1.091	1.282	1.279	1.164	1.385	1.365	1.370	1.229	1.323	757
48 FE		1.023	1.544	1.415	1.264	1.298	1.039	1.229	1.521	1.134	1.137	1.027	666	969	1.041	1.091	1.282	1.279	1.164	1.385	1.365	1.370	1.229	1.323	757
4901	PCO	1.442	1.550	1.609	1.233	958	729	717	900	756	876	816	489	707	929	937	1.096	756	802	928	1.203	1.032	1.018	915	665
4902	PORTARIA 1 - PRINCIPAL	23	4	79	56	77	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4903	PORTARIA 2 - JAGUARÉ	3	0	24	33	60	31	21	41	17	21	34	27	27	27	27	27	27	27	10	27	24	30	22	
4904	PORTARIA MERCADINHO	26	17	28	22	14	17	12	15	17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
4905	PORTARIA VILA INDIANA	8	28	46	33	22	17	13	14	17	20	17	22	31	35	12	13	13	7	8	8	9	9	8	40
4906	CENTRAL TELEFÔNICA - USP	122	29	129	121	129	121	108	38	65	65	87	87	55	56	61	41	43	57	57	16	49	48	35	59
4907	PÇA. DO RELÓGIO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	4	
4908	FONTE	409	499	561	588	388	65	87	82	66	58	111	139	0	231	223	205	175	92	112	119	104	137	46	314
4909	VIVEIRO DE PLANTAS - PORTARIA	23	54	45	40	23	43	30	33	43	22	22	21	21	16	11	8	8	10	41	87	8	19	18	23
4910	VIVEIRO DE PLANTAS	1.044	370	343	781	303	297	392	592	702	354	273	319	220	218	183	543	372	286	345	466	408	246	164	248
4911	PÇA. RAMOS DE AZEVEDO	94	8	2	6	5	1	2	2	2	0	0	0	1	0	1	1	0	1	2	1	1	0	2	0
4912	POÇO ARTESIANO P1 - RAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4913	POÇO ARTESIANO P2 - RAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4914	POÇO ARTESIANO P3 - RAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4915	POÇO ARTESIANO P6 - PCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223	62	0	3	4	10	0	32	76	73	66	70	42
4916	GRÊMIO DA PCO	25	25	23	18	16	14	19	13	11	15	15	15	15	15	15	15	15	14	43	41	68	78	18	24
4917	TERMINAL DE ÔNIBUS - USP	114	154	147	116	109	101	117	140	115	89	75	95	72	99	89	109	104	93	131	138	144	137	125	125
49 PCO		3.333	2.738	3.036	3.048	2.104	1.448	1.518	1.870	1.811	1.536	1.466	1.453	1.227	1.643	1.578	2.078	1.539	1.405	1.742	2.181	1.939	1.798	1.456	1.582

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		2003											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
4701	BLOCO E	1.274	1.334	1.597	1.009	1.300	977	1.327	1.587	2.458	1.829	2.330	5.614
47 IP		1.274	1.334	1.597	1.009	1.300	977	1.327	1.587	2.458	1.829	2.330	5.614
4801	FE	1.125	1.565	1.314	1.346	1.404	1.404	1.496	1.717	1.766	1.588	1.019	1.592
48 FE		1.125	1.565	1.314	1.346	1.404	1.404	1.496	1.717	1.766	1.588	1.019	1.592
4901	PCO	839	937	748	834	1.006	842	910	964	1.008	822	713	691
4902	PORTARIA 1 - PRINCIPAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4903	PORTARIA 2 - JAGUARÉ	29	39	32	36	27	20	18	29	38	50	48	74
4904	PORTARIA MERCADINHO	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
4905	PORTARIA VILA INDIANA	8	10	8	12	12	10	9	10	9	13	9	14
4906	CENTRAL TELEFÔNICA - USP	58	123	129	121	51	56	55	121	48	40	50	37
4907	PÇA. DO RELÓGIO	4	5	4	5	5	4	2	3	2	3	2	0
4908	FONTE	151	510	172	268	183	173	183	206	262	188	54	0
4909	VIVEIRO DE PLANTAS - PORTARIA	27	18	14	18	23	51	21	21	28	20	22	15
4910	VIVEIRO DE PLANTAS	145	172	257	221	172	670	813	876	774	801	446	513
4911	PÇA. RAMOS DE AZEVEDO	1	0	1	0	1	0	0	5	0	0	0	0
4912	POÇO ARTESIANO P1 - RAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4913	POÇO ARTESIANO P2 - RAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4914	POÇO ARTESIANO P3 - RAIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4915	POÇO ARTESIANO P6 - PCO	14	13	8	5	0	0	0	0	0	0	51	44
4916	GRÊMIO DA PCO	22	25	23	20	27	21	26	25	30	28	31	25
4917	TERMINAL DE ÔNIBUS - USP	125	105	70	83	179	69	272	341	214	91	96	77
49 PCO		1.439	1.973	1.482	1.639	1.702	1.932	2.325	2.617	2.429	2.072	1.538	1.506

<i>Fase 2 - Consumos (m³/mês)</i>		1999						2000											
Ligação		jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
5601	CCS	1.488	1.130	1.575	1.550	1.541	1.071	1.286	1.415	1.251	1.051	718	999	1.135	1.073	1.235	1.141	1.034	1.198
5602	POSTO DE INFORMAÇÕES	192	182	21	23	243	114	107	150	170	208	303	363	468	413	373	315	305	364
56 CCS		1.680	1.312	1.596	1.573	1.784	1.185	1.393	1.565	1.421	1.259	1.021	1.362	1.603	1.486	1.608	1.456	1.339	1.562
6301	VELÓDROMO	498	693	274	850	1.421	1.303	992	848	995	965	486	789	719	1.070	1.034	1.616	1.203	1.071
6302	CEPEUSP 1	45	25	22	0	71	15	15	44	32	41	36	30	48	37	87	93	37	113
6303	CEPEUSP 2	26	24	6	12	38	23	142	14	13	21	19	67	55	65	42	57	23	35
6304	ESTÁDIO OLÍMPICO	571	865	1.496	995	1.054	852	936	1.029	1.039	1.251	1.750	3.176	3.577	2.909	2.146	1.941	1.386	1.833
6305	RAIA OLÍMPICA 1	0	0	0	0	304	269	336	320	292	305	261	234	173	2	0	34	2	4
6306	RAIA OLÍMPICA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6307	PQ.ESPORTE PARA TODOS	134	84	19	90	96	84	88	91	79	90	148	92	124	100	112	126	70	63
6308	PISCINAS MÚLTIPLAS	598	747	556	2.441	563	582	612	1.358	782	1.053	318	133	360	1.163	709	869	534	621
6309	GARAGEM DE BARCOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6310	CEPEUSP 3	0	0	2.100	2.300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63 CEPEUSP		1.872	2.438	4.473	6.688	3.547	3.128	3.121	3.704	3.232	3.726	3.018	4.521	5.056	5.346	4.130	4.736	3.255	3.740
7101	MAE	0	0	303	303	0	435	156	192	278	385	144	248	274	329	268	301	284	370
71 MAE		0	0	303	303	0	435	156	192	278	385	144	248	274	329	268	301	284	370
TOTAL UNIDADES FASE 2		56.406	56.780	49.589	58.553	70.351	48.725	60.289	58.489	57.007	63.347	63.201	60.387	54.634	59.837	53.058	62.454	54.916	61.520

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		2001												2002											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
5601	CCS	978	1.184	913	796	846	853	1.192	781	774	1.088	883	506	600	761	652	643	627	588	608	646	741	635	669	465
5602	POSTO DE INFORMAÇÕES	76	64	28	30	15	25	46	48	125	17	25	60	64	149	87	14	66	66	19	75	25	25	20	31
56 CCS		1.054	1.248	941	826	861	878	1.238	829	899	1.105	908	566	664	910	739	657	693	654	627	721	766	660	689	496
6301	VELÓDROMO	1.001	1.030	1.346	957	673	528	457	659	1.310	1.339	1.268	910	1.435	2.184	2.012	1.851	1.118	1.113	1.074	2.449	2.783	2.703	2.808	5.799
6302	CEPEUSP 1	313	69	56	76	60	36	35	45	42	49	38	12	29	31	55	46	136	67	88	136	460	215	125	73
6303	CEPEUSP 2	53	85	112	142	55	44	69	102	110	97	93	85	9	11	10	15	15	13	13	14	13	15	14	11
6304	ESTÁDIO OLÍMPICO	1.519	1.444	1.904	2.760	3.320	2.949	3.168	3.380	3.468	3.517	3.037	3.349	3.352	3.775	3.624	4.788	5.282	2.659	447	986	1.359	1.389	2.510	843
6305	RAIA OLÍMPICA 1	1	0	0	0	4	1	1	2	6	6	4	3	3	3	3	3	2	0	0	0	0	6	2	0
6306	RAIA OLÍMPICA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6307	PQ.ESPORTE PARA TODOS	79	91	126	173	243	379	186	76	63	78	77	23	56	67	51	51	47	37	49	54	82	67	57	57
6308	PISCINAS MÚLTIPLAS	552	894	2.885	280	224	1.079	3.515	4.587	2.196	2.073	2.493	3.688	1.355	2.653	3.005	2.713	1.870	1.546	1.522	1.625	1.596	1.638	2.386	1.939
6309	GARAGEM DE BARCOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6310	CEPEUSP 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63 CEPEUSP		3.518	3.613	6.429	4.388	4.579	5.016	7.431	8.851	7.195	7.159	7.010	8.070	6.239	8.724	8.760	9.467	8.470	5.435	3.193	5.264	6.293	6.033	7.902	8.722
7101	MAE	263	251	256	233	188	188	212	259	197	231	189	156	191	304	310	425	213	344	255	225	244	223	266	212
71 MAE		263	251	256	233	188	188	212	259	197	231	189	156	191	304	310	425	213	344	255	225	244	223	266	212
TOTAL UNIDADES FASE 2		53.349	59.794	61.159	48.583	45.560	43.528	42.196	51.340	45.296	47.523	46.503	38.957	40.264	54.487	53.966	59.554	54.439	48.755	44.118	45.112	46.850	44.837	48.827	37.535

Fase 2 - Consumos (m³/mês)		2003											
Ligação		jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
5601	CCS	692	640	590	581	696	702	760	693	695	719	683	410
5602	POSTO DE INFORMAÇÕES	25	31	24	32	31	4	14	11	8	8	14	8
56 CCS		717	671	614	613	727	706	774	704	703	727	697	418
6301	VELÓDROMO	1.894	2.909	2.672	3.215	3.062	2.926	2.184	2.308	2.443	2.642	2.722	2.392
6302	CEPEUSP 1	163	150	81	190	156	245	101	103	48	41	120	125
6303	CEPEUSP 2	120	165	135	159	182	168	205	215	177	177	197	215
6304	ESTÁDIO OLÍMPICO	1.091	1.296	1.340	1.581	1.443	1.443	1.443	1.443	1.443	1.443	2.418	2.669
6305	RAIA OLÍMPICA 1	1	1	0	0	3	1	1	1	4	1	2	0
6306	RAIA OLÍMPICA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6307	PQ.ESPORTE PARA TODOS	70	73	52	57	68	86	75	59	63	92	60	54
6308	PISCINAS MÚLTIPLAS	2.297	3.124	2.935	2.212	2.817	2.216	1.999	2.619	2.466	2.466	2.617	2.277
6309	GARAGEM DE BARCOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6310	CEPEUSP 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63 CEPEUSP		5.636	7.718	7.215	7.414	7.731	7.085	6.008	6.748	6.644	6.862	8.136	7.732
7101	MAE	206	210	233	210	251	291	258	196	208	170	136	102
71 MAE		206	210	233	210	251	291	258	196	208	170	136	102
TOTAL UNIDADES FASE 2		43.425	53.455	52.007	47.772	49.377	44.452	43.740	48.844	47.171	47.790	45.850	41.301

ANEXO O - Comparação mês a mês do consumo - Fases 1 e 2

Consumos (m³/mês)	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	Total
1998													
Fase 1								93.234	76.107	87.794	74.315	74.285	405.735
Fase 2								56.734	56.734	56.734	56.734	56.734	283.670
Total								149.968	132.841	144.528	131.049	131.019	689.405
1999													
Fase 1	63.131	60.241	68.978	59.882	60.152	57.564	53.279	54.346	61.075	53.518	61.760	67.465	721.391
Fase 2	56.734	56.734	56.734	56.734	56.734	56.734	56.406	56.780	49.589	58.553	70.351	48.725	680.808
Total	119.865	116.975	125.712	116.616	116.886	114.298	109.685	111.126	110.664	112.071	132.111	116.190	1.402.199
2000													
Fase 1	53.978	51.143	48.111	53.430	48.232	50.498	42.019	38.979	48.912	50.306	51.653	49.361	586.622
Fase 2	60.289	58.489	57.007	63.347	63.201	60.387	54.634	59.837	53.058	62.454	54.916	61.520	709.139
Total	114.267	109.632	105.118	116.777	111.433	110.885	96.653	98.816	101.970	112.760	106.569	110.881	1.295.761
2001													
Fase 1	46.300	47.156	55.478	51.482	45.099	43.642	45.174	46.609	44.600	44.246	42.776	36.013	548.575
Fase 2	53.349	59.794	61.159	48.583	45.560	43.528	42.196	51.340	45.296	47.523	46.503	38.957	583.788
Total	99.649	106.950	116.637	100.065	90.659	87.170	87.370	97.949	89.896	91.769	89.279	74.970	1.132.363
2002													
Fase 1	39.005	44.404	45.732	47.989	46.536	41.236	44.156	46.187	48.287	48.071	51.570	43.061	546.234
Fase 2	40.264	54.487	53.966	59.554	54.439	48.755	44.118	45.112	46.850	44.837	48.827	37.535	578.744
Total	79.269	98.891	99.698	107.543	100.975	89.991	88.274	91.299	95.137	92.908	100.397	80.596	1.124.978
2003													
Fase 1	44.106	46.321	43.796	45.561	48.094	45.637	40.599	44.070	45.261	43.926	42.687	38.956	529.014
Fase 2	43.425	53.455	52.007	47.772	49.377	44.452	43.740	48.844	47.171	47.790	45.850	41.301	565.184
Total	87.531	99.776	95.803	93.333	97.471	90.089	84.339	92.914	92.432	91.716	88.537	80.257	1.094.198

ANEXO P - Variação do consumo - Fases 1 e 2

Fase 1

Consumos (m³/mês)	ago/dez98	jan/jun99	jul/dez99	jan/jun00	jul/dez00	jan/jun01	jul/dez01	jan/jun02	jul/dez02	jan/jun03	jul/dez03
03 EP (inclui DAEE)	17.404	14.858	11.946	13.125	12.178	11.849	10.794	10.333	11.749	9.991	10.091
08 FFLCH	4.423	4.335	3.727	3.041	3.336	3.320	3.518	3.387	3.310	3.181	2.978
09 FCF	456	477	436	198	154	150	143	119	109	114	183
12 FEA	2.750	1.894	1.915	1.949	1.638	1.903	2.094	1.902	1.784	1.978	1.676
42 ICB	6.633	5.825	4.679	3.828	3.661	3.882	3.805	4.261	4.486	4.662	4.302
46 IQ	25.432	13.626	9.642	9.804	10.550	11.481	7.530	8.062	8.093	8.819	11.067
62 HU	23.245	19.841	25.863	17.828	15.046	15.304	15.072	15.762	17.117	16.566	12.008
70 CCE	805	803	366	1.126	309	303	281	325	242	275	279
TOTAL FASE 1	81.147	61.658	56.574	50.899	46.872	48.193	43.236	44.150	46.889	45.586	42.583

Fase 2

Consumos (m³/mês)	jul/dez99	jan/jun00	jul/dez00	jan/jun01	jul/dez01	jan/jun02	jul/dez02	jan/jun03	jul/dez03
01 RUSP	7.456	8.171	7.822	7.738	5.136	5.700	5.541	5.574	5.596
04 IEE	228	358	387	657	409	412	386	424	287
10 FMVZ	2.288	2.401	3.522	2.689	2.201	2.749	2.692	3.019	3.151
14 IAG	243	350	256	352	312	294	333	267	190
16 FAU	1.180	587	702	689	704	752	837	1.066	787
21 IO	589	358	390	355	336	394	528	501	475
23 FO	2.653	2.613	3.423	2.686	1.944	2.117	2.243	2.694	2.266
27 ECA	2.703	4.523	2.888	2.222	2.259	2.097	1.548	2.941	1.462
32 MAC	270	358	417	345	183	271	291	272	291
35 COSEAS	13.853	11.788	11.226	11.588	10.869	12.499	11.683	12.138	11.429
39 EEFE	813	1.196	863	788	1.259	1.079	619	678	807
41 IB	3.225	2.435	2.206	2.433	1.983	2.014	2.035	1.814	1.791
43 IF	3.458	5.663	3.577	2.901	2.109	6.160	2.310	2.069	1.611
44 IGc	2.752	2.334	2.144	1.841	1.336	1.536	1.371	1.436	868
45 IME	2.047	2.676	1.545	1.237	1.016	1.113	773	1.178	769
47 IP	2.361	4.142	5.111	3.807	1.935	1.142	1.204	1.249	2.524
48 FE	1.655	1.610	1.313	1.264	1.119	1.138	1.238	1.360	1.530
49 PCO	3.574	3.767	3.755	2.618	1.609	1.578	1.783	1.695	2.081
56 CCS	1.522	1.337	1.509	968	924	720	660	675	671
63 CEPEUSP	3.691	3.554	4.377	4.591	7.619	7.849	6.235	7.133	7.022
71 MAE	174	234	304	230	207	298	238	234	178
TOTAL FASE 2	56.734	60.453	57.737	51.996	45.469	51.911	44.546	48.415	45.783

ANEXO Q - Variação do consumo *per capita* (população fixa) - Fases 1 e 2

Fase 1

População fixa (pessoas)	1998	1999	2000	2001	2002	Observações
03 EP	8.195	8.283	8.281	8.378	8.773	incluída população DAEE (como de pesquisadores) não incluída população flutuante (pacientes e acompanhantes)
08 FFLCH	13.285	13.562	13.426	13.512	15.257	
09 FCF	1.594	1.637	1.652	1.723	1.735	
12 FEA	4.080	3.907	3.966	4.013	4.296	
42 ICB	1.221	1.264	1.284	1.479	1.416	
46 IQ	1.351	1.306	1.316	1.354	1.342	
62 HU	1.836	1.766	1.764	1.818	1.834	
70 CCE	165	158	173	228	234	
Total	31.727	31.881	31.862	32.504	34.887	

Consumo corrigido (m³/mês) ⁽¹⁾	1998 ago/dez98	1999 jan/jun99 jul/dez99	2000 jan/jun00 jul/dez00	2001 jan/jun01 jul/dez01	2002 jan/jun02 jul/dez02	Observações
03 EP	19.259	16.002	12.854	13.918	13.056	acrescido 6% 4603 Almoxarifado/Biotério e 0105 Diversos Barracões 1 acrescido 28% 4603 Almoxarifado/Biotério acrescido 0108 Diversos Barracões 4 acrescido 15% 6201 Antigo P., 15% 6202 Principal F. e 20% 0107 Div. Bar. 3 subtraído 34% 4603 Almoxarifado/Biotério subtraído 15% 6201 Antigo Principal e 15% 6202 Principal Frente
08 FFLCH	4.423	4.335	3.727	3.041	3.336	
09 FCF	7.371	4.070	2.925	2.747	2.948	
12 FEA	2.751	1.895	1.916	1.952	1.644	
42 ICB	10.767	9.449	9.206	7.184	6.698	
46 IQ	17.035	9.263	6.620	6.708	7.157	
62 HU	19.758	16.864	21.984	15.216	12.841	
70 CCE	805	803	366	1.126	309	
Total	82.170	62.681	59.597	51.892	47.989	

Consumo per capita corrigido (L/dia/pessoa) ⁽²⁾	1998 ago/dez98	1999 jan/jun99 jul/dez99	2000 jan/jun00 jul/dez00	2001 jan/jun01 jul/dez01	2002 jan/jun02 jul/dez02	Tipologia de uso
03 EP	107	88	71	76	72	misto humano laboratorial humano laboratorial laboratorial hospitalar (hospital-escola) humano
08 FFLCH	15	15	12	10	11	
09 FCF	210	113	81	76	81	
12 FEA	31	22	22	22	19	
42 ICB	401	340	331	254	237	
46 IQ	573	322	230	232	247	
62 HU ⁽³⁾	489	434	566	392	331	
70 CCE	222	231	105	296	81	
Total	118	89	85	74	68	

⁽¹⁾ Em função de ligações compartilhadas entre Unidades, conforme observações

⁽²⁾ Adotado 22 dias por mês

⁽³⁾ Outros indicadores estão disponíveis no Anexo R

Fase 2

População fixa (pessoas)	1998	1999	2000	2001	2002	Observações
01 RUSP	789	774	783	818	902	não incluída população flutuante (visitantes)
04 IEE	126	123	116	114	121	
10 FMVZ	1.196	1.210	1.223	1.332	1.383	
14 IAG	522	532	525	582	580	
16 FAU	2.556	2.275	2.264	2.205	2.503	
21 IO	382	383	386	398	439	
23 FO	1.655	1.734	1.731	1.659	1.643	
27 ECA	2.867	3.316	3.444	3.465	3.594	
32 MAC	106	101	102	104	105	
35 COSEAS	562	536	543	551	573	
39 EEFE	808	785	802	850	903	não incluída população flutuante (visitantes) não incluída população do CRUSP e das Creches e visitantes
41 IB	2.020	1.747	1.767	1.767	1.783	
43 IF	2.441	2.499	2.632	2.408	2.386	
44 IGc	760	786	771	741	741	
45 IME	2.341	2.175	2.166	2.267	2.557	
47 IP	1.456	1.503	1.507	1.419	1.445	
48 FE	1.886	1.822	1.699	1.572	1.619	
49 PCO	531	513	503	438	449	
56 CCS	176	174	163	173	177	
63 CEPEUSP	195	150	182	160	161	
71 MAE	77	76	73	75	85	
Total	23.450	23.212	23.382	23.096	24.148	

Consumo corrigido (m³/mês) ⁽¹⁾	1998	1999		2000		2001		2002		Observações
	ago/dez98	jan/jun99	jul/dez99	jan/jun00	jul/dez00	jan/jun01	jul/dez01	jan/jun02	jul/dez02	
01 RUSP	4.200	4.200	4.200	4.790	4.153	3.762	2.317	2.526	2.282	subtraído 0105 e 0108 Div. Bar. 1 e 4, 50% 0106 Div. Bar. 2 e 80% Div. Bar. 3
04 IEE	228	228	228	358	387	657	409	412	386	
10 FMVZ	3.583	3.583	3.583	3.890	5.188	4.439	3.553	4.269	4.150	
14 IAG	243	243	243	350	256	352	312	294	333	
16 FAU	1.180	1.180	1.180	587	702	689	704	752	837	
21 IO	589	589	589	358	390	355	336	394	528	
23 FO	2.653	2.653	2.653	2.613	3.423	2.686	1.944	2.117	2.243	
27 ECA	3.027	3.027	3.027	4.895	3.304	2.659	2.597	2.477	1.912	
32 MAC	270	270	270	358	417	345	183	271	291	
35 COSEAS	13.853	13.853	13.853	11.788	11.226	11.588	10.869	12.499	11.683	
39 EEFE	813	813	813	1.196	863	788	1.259	1.079	619	acrescido 40% 0107 Diversos Barracões 3
41 IB	3.225	3.225	3.225	2.435	2.206	2.433	1.983	2.014	2.035	
43 IF	3.458	3.458	3.458	5.663	3.577	2.901	2.109	6.160	2.310	
44 IGc	2.752	2.752	2.752	2.334	2.144	1.841	1.336	1.536	1.371	
45 IME	2.047	2.047	2.047	2.676	1.545	1.237	1.016	1.113	773	
47 IP	2.975	2.975	2.975	4.668	5.580	4.346	2.329	1.602	1.647	
48 FE	1.655	1.655	1.655	1.610	1.313	1.264	1.119	1.138	1.238	
49 PCO	3.574	3.574	3.574	3.767	3.755	2.618	1.609	1.578	1.783	
56 CCS	1.522	1.522	1.522	1.337	1.509	968	924	720	660	
63 CEPEUSP	3.691	3.691	3.691	3.554	4.377	4.591	7.619	7.959	5.865	
71 MAE	174	174	174	234	304	230	207	298	238	acrescido 10% 0107 Diversos Barracões 3 e 50% 0106 Diversos Barracões 2
Total	55.711	55.711	55.711	59.460	56.619	50.747	44.734	51.206	43.183	

Consumo <i>per capita</i> corrigido (L/dia/pessoa) ⁽²⁾	1998	1999		2000		2001		2002		Tipologia de uso
	ago/dez98	jan/jun99	jul/dez99	jan/jun00	jul/dez00	jan/jun01	jul/dez01	jan/jun02	jul/dez02	
01 RUSP	242	247	247	278	241	209	129	127	115	humano (muitos visitantes)
04 IEE	82	84	84	140	152	262	163	154	145	misto
10 FMVZ	136	135	135	145	193	151	121	140	136	misto
14 IAG	21	21	21	30	22	28	24	23	26	humano
16 FAU	21	24	24	12	14	14	15	14	15	humano
21 IO	70	70	70	42	46	41	38	41	55	humano
23 FO	73	70	70	69	90	74	53	59	62	misto
27 ECA	48	41	41	65	44	35	34	31	24	humano
32 MAC ⁽³⁾	116	122	122	160	186	151	80	117	126	humano (muitos visitantes)
35 COSEAS ⁽³⁾	1120	1175	1175	987	940	956	897	991	927	misto (diversos, conjunto residencial, creche)
39 EEFE	46	47	47	68	49	42	67	54	31	humano
41 IB	73	84	84	63	57	63	51	51	52	misto
43 IF	64	63	63	98	62	55	40	117	44	misto
44 IGc	165	159	159	138	126	113	82	94	84	humano
45 IME	40	43	43	56	32	25	20	20	14	humano
47 IP	93	90	90	141	168	139	75	50	52	humano
48 FE ⁽³⁾	40	41	41	43	35	37	32	32	35	humano (escola)
49 PCO	306	317	317	340	339	272	167	160	180	misto (diversos)
56 CCS	393	398	398	373	421	254	243	185	169	humano (muitos visitantes)
63 CEPEUSP ⁽³⁾	860	1118	1118	888	1093	1304	2165	2247	1656	humano (clube)
71 MAE ⁽³⁾	102	104	104	146	189	139	126	159	127	humano (museu)
Total	108	109	109	116	110	100	88	96	81	

⁽¹⁾ Em função de ligações compartilhadas entre Unidades, conforme observações

⁽²⁾ Adotado 22 dias por mês

⁽³⁾ Outros indicadores estão disponíveis no *Anexo R*

**ANEXO R - Variação do consumo *per capita* (outros agentes consumidores) -
Fases 1 e 2**

Fases 1 e 2

Agente Consumidor			1998	1999	2000	2001	2002	Observações
62 HU	Hospital Universitário	leitos	308	308	303	298	265	
		atendimentos odontológicos	14.641	12.615	38.316	51.653	61.357	
		demais atendimentos	1.255.582	1.078.929	1.142.511	1.336.821	1.275.516	
		total de atendimentos	1.270.223	1.091.544	1.180.827	1.388.474	1.336.873	
32 MAC	Museu	visitantes	111.000	125.859	62.119	190.289	96.483	inclui visitantes MAC Ibirapuera
35 COSEAS	Creches	vagas Central/Oeste	355	355	355	355	345	
		vagas HU	40	40	33	40	40	
		total de vagas	395	395	388	395	385	
	Conjunto Residencial	vagas graduação	737	759	722	910	767	
		vagas pós-grad.	245	355	348	340	181	
		total de vagas	982	1.114	1.070	1.250	948	
	Restaurantes	refeições	1.039.425	1.138.796	1.014.832	1.288.179	1.440.537	
dias de atendimento		294	285	253	286	299		
média diária		3.535	3.996	4.011	4.504	4.818		
48 FE	Escola de Aplicação	alunos	673	673	668	668	663	alunos dos ensinos Fundamental e Médio
63 CEPEUSP	Clube Esportivo	público frequêntador	863.861	888.339	769.076	761.830	851.381	
71 MAE	Museu	visitantes	53.752	61.071	65.162	54.604	54.436	

Consumo corrigido (m³/mês) ⁽¹⁾		1998	1999		2000		2001		2002		Observações
		ago/dez98	jan/jun99	jul/dez99	jan/jun00	jul/dez00	jan/jun01	jul/dez01	jan/jun02	jul/dez02	
62 HU	Hospital Universitário	19.758	16.864	21.984	15.216	12.841	13.008	12.811	13.398	14.549	subtraído 15% 6201 Antigo Principal e 15% 6202 Principal Frente
32 MAC	Museu	9.250	10.488	10.488	5.177	5.177	15.857	15.857	8.040	8.040	3201 MAC 1 e 3202 MAC 2
	Creches	1.299	1.299	1.299	849	1.488	981	940	1.007	677	3510 Creche Central e 3511 Creche Oeste
35 COSEAS	Conjunto Residencial	6.714	6.714	6.714	7.263	5.591	6.514	6.067	7.710	6.407	3501 CRUSP - Bloco A, 3503 CRUSP - Bloco C, 3504 CRUSP - Bloco D, 3505 CRUSP - Bloco E, 3506 CRUSP - Bloco F e 3507 CRUSP - Bloco G
	Restaurantes	2.146	2.146	2.146	1.407	2.285	2.391	2.038	2.029	3.161	3514 Restaurante Central, 3515 Restaurante da Física; acrescido como estimativa, referente ao Restaurante PCO, 20% 3514 Restaurante Central
48 FE	Escola de Aplicação	1.655	1.655	1.655	1.610	1.313	1.264	1.119	1.138	1.238	4801 FE (atende também ao restante da Faculdade de Educação)
63 CEPEUSP	Clube Esportivo	3.691	3.691	3.691	3.554	4.377	4.591	7.619	7.959	5.865	6301 a 6310 CEPEUSP (todos)
71 MAE	Museu	174	174	174	234	304	230	207	298	238	7101 MAE

Consumo per capita corrigido			1998	1999		2000		2001		2002		Observações
			ago/dez98	jan/jun99	jul/dez99	jan/jun00	jul/dez00	jan/jun01	jul/dez01	jan/jun02	jul/dez02	
62 HU	Hospital	L/dia/leito	2.138	1.825	2.379	1.674	1.413	1.455	1.433	1.685	1.830	adotado 30 dias por mês
	Universitário	L/dia/atendimento	6,2	6,2	8,1	5,2	4,3	3,7	3,7	4,0	4,4	
32 MAC	Museu	L/dia/visitante	1,3	1,2	1,2	3,1	3,7	1,0	0,5	1,5	1,6	adotado 22 dias por mês
	Creches	L/dia/vaga	166	166	166	109	191	126	120	133	89	adotado 22 dias por mês
35 COSEAS	Conjunto Residencial	L/dia/vaga	311	274	274	309	238	237	221	370	307	adotado 22 dias por mês
	Restaurantes	L/refeição	25	23	23	17	27	22	19	17	26	
48 FE	Escola de Aplicação	L/dia/aluno	112	112	112	110	89	86	76	78	85	adotado 22 dias por mês
63 CEPEUSP	Clube Esportivo	L/dia/freqüentador	2,3	2,3	2,3	2,5	3,1	3,3	5,5	5,1	3,8	adotado 22 dias por mês
71 MAE	Museu	L/dia/visitante	1,7	1,5	1,5	2,0	2,5	2,3	2,1	3,0	2,4	adotado 22 dias por mês

⁽¹⁾ Em função de ligações compartilhadas entre Unidades, conforme observações

ANEXO S - Variação do perfil de vazões (valores de 0h) - Fase 1

0901 FCF Bloco 13B (1º Semestre)

0901 FCF Bloco 13B (2º Semestre)

0304 EPUSP Engenharia Civil (1º Semestre)

0304 EPUSP Engenharia Civil (2º Semestre)

1201 FEA Principal (1º Semestre)

1201 FEA Principal (2º Semestre)

6201 HU Antigo Principal (1º Semestre)

6201 HU Antigo Principal (2º Semestre)

ANEXO T - Gastos com pagamento de concessionárias

Fonte: Elaborado a partir de CODAGE (2004)

Pagamentos com Concessionárias - 1997 a 2003
Participação relativa nas despesas de custeio
(exceto pessoal e investimentos)

Participação Relativa	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Água	16,79%	11,32%	12,15%	9,03%	7,71%	6,95%	6,24%
Energia	8,26%	7,41%	9,58%	10,17%	7,30%	8,94%	10,01%
Telefonia	4,87%	4,41%	5,03%	5,22%	5,09%	5,68%	4,94%

ANEXO U - Gastos dos recursos do PURA-USP (implementação e outros)

1998 (R\$ 892.346,00)

1999 (R\$ 892.256,00)

2000 (R\$ 1.526.898,00)

2001 (R\$ 1.379.418,00)

2002 (R\$ 789.422,00)

2003 (R\$ 937.698,00)

- Contrato SABESP
- Equipamento Sanitário
- Material Hidráulico
- Setorização/Telemedicação
- Infra-estrutura Equipe Técnica
- Pessoal
- Equipamentos LSP
- Outros gastos PURA-USP
- Outros gastos CUASO
- Outros gastos externos à CUASO

APÊNDICE I - INSERÇÃO DE PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA NO PANORAMA DA SITUAÇÃO DA ÁGUA

1 SITUAÇÃO DA ÁGUA E FATORES ENVOLVIDOS EM SEU AGRAVAMENTO

Tradicionalmente, a água sempre foi considerada como um recurso natural ilimitado em função do ciclo hidrológico (composto essencialmente por evaporação, condensação e precipitação). Acentua a idéia de abundância deste recurso a existência de 1,4 bilhões km³ de água (UNESCO, 2004) e, no caso específico do Brasil, o fato de possuir “uma das maiores reservas de água doce do mundo: mais de 12% da água potável do globo”, segundo THAME (2000).

Deve-se lembrar, no entanto, que apenas 2,5% da água existente é doce e que apenas 0,3% desta está disponível (UNESCO, 2004). Alia-se à questão da disponibilidade, a questão da distribuição da água em relação à distribuição populacional, não sendo estas muitas vezes coincidentes. Conseqüentemente, há regiões com acentuada escassez de água.

No Brasil isto também ocorre: regiões como a da bacia Amazônica, que possui mais de 73% da água doce disponível no país e é habitada por menos de 5% da população (SETTI *et alii*, 2000) e outras regiões com escassez de água.

Quando se trata da escassez, é recorrente pensar na região Nordeste, que apresenta 28% da população brasileira, mas apenas 5% dos recursos hídricos do país (O BANCO MUNDIAL, 2004). Mas há escassez também em regiões como a bacia do Alto Tietê e parte das bacias vizinhas (Piracicaba, Paraíba do Sul, Sorocaba e Baixada Santista), localizadas no estado de São Paulo. Conforme CONEJO (2000), a região do Alto Tietê corresponde a 20% da área total do estado, concentra 73% da população paulista (cerca de 25 milhões de habitantes, o que constitui uma elevada densidade demográfica), apresenta um índice de urbanização superior a 90%, mas em contrapartida, segundo THAME (2000), apresenta uma disponibilidade hídrica de apenas 200 m³ por habitante por ano. Em função desta escassez, ela importa de bacias vizinhas cerca de 60% da água de abastecimento público (CONEJO, 2000).

Ainda segundo THAME (2000) a disponibilidade hídrica do estado de São Paulo é de 2.913 m³ por habitante por ano, índice superior aos 2.500 m³ considerados suficientes para “a vida em comunidade, para o exercício normal das atividades humanas, sociais e econômicas”, mas se consideradas regiões específicas, a situação é considerada crítica, não somente no Alto Tietê, mas também em Piracicaba (400 m³), no Turvo Grande (900 m³) e no Mogi (1.500 m³).

Em 2000, segundo INSTITUTO DE ENGENHARIA (2003), “a Região Metropolitana de São Paulo contabilizava 17,8 milhões de habitantes em seus 39 municípios”, levando esta concentração populacional à situação de “*stress* hídrico”, “já que o sistema de abastecimento de água trabalha sem nenhuma folga”: numa “estimativa otimista para 2004, o sistema disponibilizará 66,2 m³/s de água, enquanto a demanda será de 65,9 m³/s”.

PORTO (2003) apresenta como principais sistemas de abastecimento em São Paulo: Cantareira (9,0 milhões de habitantes abastecidos), Guarapiranga/Billings (3,9 milhões) e Alto Tietê (2,5 milhões).

O fenômeno da urbanização das cidades é tratado por TUCCI (1999), segundo o qual a população urbana representava, no início do século XX, cerca de 15% da população mundial, prevendo-se que chegaria a 50% no final dele. Ele cita ainda que em países desenvolvidos (Estados Unidos, por exemplo), a urbanização já atingia 94% da população, apresentando-a como consequência natural do desenvolvimento econômico. Quanto à taxa da população urbana brasileira, ele apresenta o valor de 76%, mas cita que em alguns estados a urbanização já apresenta características de países desenvolvidos: em São Paulo, por exemplo, a população urbana atinge 91%.

TUCCI (1999) cita também alguns impactos da urbanização das cidades, tais como o aumento das vazões máximas, da produção de sedimentos e a deterioração da qualidade da água. Relaciona, ainda, alguns dos impactos da implantação desta urbanização desorganizada da infra-estrutura urbana e as constantes enchentes. Obras

como canalizações, por exemplo, têm sido utilizadas para transferir, internamente à bacia, a enchente de um ponto a outro, sem a devida avaliação dos efeitos à jusante.

Esta urbanização, aliada ao desenvolvimento das áreas tanto urbanas como rurais, com atividades cada vez mais intensas e diversificadas (nem sempre alinhadas com preceitos de desenvolvimento sustentável), tem intensificado o uso da água e comprometido a eficiência do ciclo hidrológico.

Para exemplificar esta intensificação do uso, SETTI *et alii* (2000) afirmam que durante o século XX, enquanto a população da Terra aumentou em cerca de três vezes, o volume de água utilizado aumentou de seis a sete vezes.

A eficiência do ciclo hidrológico sofre influência não só da taxa natural de renovação da água, mas também de fatores como a poluição dos corpos d'água, o assoreamento das margens e a erosão dos solos, que comprometem o ciclo, ao atuarem na renovação quantitativa e qualitativa da água.

Conforme GLEICK (1993) *apud* OLIVEIRA (1999), todos os tipos de água são renováveis, o que difere são as taxas de renovação. Como exemplo, o autor cita que a água dos rios é completamente renovada, em média, a cada dezesseis dias, e a água da atmosfera a cada oito dias, mas que, em contrapartida, para geleiras, águas profundas, águas dos oceanos e dos maiores lagos este período é de centenas ou milhares de anos.

Em locais nos quais ocorre urbanização, segundo TUCCI (1999), introduz-se condutos para escoamento pluvial quando a cobertura da bacia é alterada para pavimentos impermeáveis. Ele apresenta como alterações no referido ciclo hidrológico a redução da infiltração no solo, o aumento do escoamento superficial, a redução do escoamento subterrâneo (em função da redução do nível do lençol freático por falta de alimentação) e a redução da evapotranspiração (causada pela substituição da cobertura natural).

Retomando a idéia dos usos ou aproveitamentos da água, as populações têm necessidades, em relação à água, desde as mais básicas, como a dessedentação e a higiene pessoal (incluindo aspectos de saneamento e saúde pública) até aquelas relacionadas ao desenvolvimento de suas atividades produtivas. Além do abastecimento urbano, BARTH (1987) *apud* SETTI *et alii* (2000) cita como aproveitamentos de recursos hídricos com derivação ou extração de água, o abastecimento industrial, a irrigação, o abastecimento rural, a aquíicultura e a piscicultura. Já como aproveitamentos sem derivação de águas, ele cita a geração hidrelétrica, a navegação fluvial e lacustre, a recreação e esportes náuticos, a pesca, a diluição, assimilação e transporte de despejos e, por fim, os usos ecológicos. Vale observar, porém, que segundo SALATI; LEMOS; SALATI (1999) também neste aproveitamento há perda de água (por evaporação), cuja intensidade depende da área da represa e de sua localização.

Como problemas ocasionados no âmbito destes aproveitamentos, além de conflitos ocasionados pela própria concorrência entre eles (interna e até externa aos países, neste último caso originando conflitos políticos), geralmente citam-se os da área urbana: escassez de água, poluição dos corpos d'água por fontes industriais e domésticas, além de prejuízos à área de saneamento e, conseqüentemente, à área de saúde.

Inclui-se em fontes domésticas de poluição a ocupação de áreas ribeirinhas - áreas de mananciais que são protegidas por leis ambientais, mas que têm sido ocupadas, acarretando não só em poluição, mas em desmatamentos das áreas verdes (o que também ocorre em áreas rurais), que por sua vez acarretam em assoreamento das margens e erosão do solo, comprometendo, assim, sua capacidade de reter a água.

Não devem ser esquecidos, porém, os problemas em áreas rurais, tanto os de escassez de água como os relacionados às práticas agrícolas, mesmo porque, segundo MEIRELLES (2000), a distribuição da água entre irrigação, indústria e uso doméstico ocorre numa proporção de, respectivamente, 73%, 21% e 6%.

A área irrigada, no Brasil, aumentou para 0,5 milhão de hectares, em 1970, e para 3,5 milhões, em 2002. Neste mesmo período a produção hidrelétrica quadruplicou (O BANCO MUNDIAL, 2004).

No caso da agricultura há uma séria discussão sobre os valores a serem cobrados pelo uso da água em função do quão consumptivo é seu uso. De acordo com MEIRELLES (2000), a água utilizada na agricultura retorna ao lençol freático, segundo porcentagens diferenciadas em função de fatores como a cultura e o tipo de solo. Seu uso não seria consumptivo e haveria necessidade de considerar seus efeitos no ciclo da água quando da estimativa do custo da água.

Já com relação à quantidade de água absorvida pela planta, segundo TELLES (1999), a irrigação seria um uso consumptivo, no qual “cerca de 98% do volume retirado pelas plantas é transferido diretamente para a atmosfera através da evapotranspiração das culturas. Os demais 2% são transformados em matéria orgânica, portanto nada retorna logo a jusante”.

A eficiência no uso da água na agricultura é função, portanto, do quanto da água utilizada na irrigação consegue ser absorvida pelas culturas, sendo isto, por sua vez, função do método de irrigação. Conforme TELLES (1999), os métodos de irrigação por superfície, que apresentam baixa eficiência, são os mais utilizados (60% no Brasil). Na utilização deste método são comuns os vazamentos de água nas tubulações e nos canais de alimentação e de distribuição de água, e a rara manutenção é praticada desordenadamente. Outros métodos como pivô central, aspersão convencional e irrigação localizada (microaspersão e gotejamento) apresentam porcentagens de utilização de, respectivamente, 20%, 16% e 4%. Este último método, ainda segundo TELLES (1999), apresenta baixa porcentagem de utilização de água, por permitir colocar, “junto ao sistema radicular da planta e com grande eficiência, apenas a quantidade de água necessária”.

Além do desperdício da água durante a irrigação, outros dois grandes problemas da agricultura são a erosão do solo e os danos causados pelos efluentes agrícolas. As

práticas modernas de irrigação intensificam o uso da terra e de produtos químicos (nutrientes, defensivos, etc.) e as águas de drenagem, subsuperficial e subterrânea (ditas fluxos de retorno) acabam por apresentar problemas de qualidade (TELLES, 1999).

SALATI; LEMOS; SALATI (1999) expõem que, no futuro, haverá um competição cada vez maior entre usos doméstico e industrial e o uso na agricultura irrigada, citando como exemplo algumas regiões da Ásia e da África. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), “a produção de alimentos está cada vez mais dependente da agricultura irrigada e a necessidade de alimentar uma população crescente deverá pressionar mais os recursos hídricos do que os solos” (ALEXANDRATOS, 1995 *apud* SALATI; LEMOS; SALATI, 1999).

Retomando os problemas em áreas urbanas, está constituído, então, um problema de escassez da água com qualidade e quantidade necessárias às populações e nos locais nos quais elas estão estabelecidas.

Segundo o INSTITUTO DE ENGENHARIA (2003), com relação à realidade no estado de São Paulo, está sendo consumido o que se tem produzido, trabalhando-se numa estreita faixa de 5% de risco hidrológico, o que se reflete quando há uma sucessão anos ou estação ligeiramente mais seca do que a estação seca normal, por exemplo.

Com relação à cobertura dos serviços de saneamento, segundo MEJIA; GAMBRILL; PINI (2000), houve um grande avanço no Brasil nos últimos trinta anos. Considerando áreas urbanas, o acesso à água potável cresceu, de 50% (1968) para 91% (1997), enquanto a coleta de esgoto aumentou de 25% para 43%. Mas prosseguem afirmando que, apesar desta melhoria nos índices de coleta do esgoto, a maior parte do esgoto coletado ainda é lançada em cursos d’água, em lagos ou no mar, sem tratamento, o que tem provocado sérios problemas ambientais e tem afetado a saúde, o turismo e a qualidade de vida.

Quanto ao atendimento por rede de coleta de esgoto ou existência de fossa séptica, SILVA Jr. (2002) acrescenta que, segundo o Censo 2000, apenas 62,2% dos domicílios brasileiros apresentam estas condições e que apenas 12% do esgoto coletado é tratado antes do despejo em rios ou no mar.

Considerando um dos usos básicos da água, a higiene pessoal, deve-se tratá-lo, com mais propriedade, como questão de saúde, intimamente ligada às condições de saneamento, como atestam os dados de organizações nacionais e internacionais de saúde. Segundo THAME (2000), no Brasil, 70% dos leitos dos hospitais são ocupados por pessoas que contraíram moléstias transmitidas pela água. O autor conclui que “Investir em saneamento é investir em saúde, em saúde preventiva. Por tudo isso, a recuperação da qualidade das águas é mais do que um programa ambiental. É também uma questão de saúde pública e bem-estar social.”

Por fim, não se deve esquecer das migrações populacionais que são motivadas pela escassez da água, tanto internamente aos países (como tem ocorrido no Brasil) como de um país para outro. Exemplos deste último tipo de migração são as migrações populacionais da Etiópia para o vizinho Sudão, em função da seca. O aumento da competição pelos recursos, já escassos, tem motivado o surgimento de graves tensões entre as populações locais, criando um novo grupo de refugiados, além dos de guerra e políticos, os refugiados ambientais (SALATI; LEMOS; SALATI, 1999).

Ainda segundo os autores, em algumas regiões, os conflitos entre países tem assumido conotação geopolítica e proporções de guerra como se tem visto em regiões de bacias como a do Tigre-Eufrates (Turquia, Síria e Iraque), a do rio Jordão (Israel, Jordânia e Síria) e a do rio Ganges (Índia e Bangladesh).

Há quem diga que, no futuro, boa parte dos conflitos mundiais serão gerados pela disputa pela água, em função de sua importância extrapolar o conceito biológico e adquirir importâncias sociais, culturais, religiosas, políticas e econômicas (passando-se a tratar a água até como uma *commodity*).

2 SOLUÇÕES ADOTADAS

As soluções que têm sido adotadas frente ao panorama da situação da água e dos fatores que corroboram para seu agravamento podem ser enquadradas em três níveis sistêmicos, conforme OLIVEIRA (1999): nível macro (sistemas hidrográficos), nível meso (sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário) e nível micro (sistemas prediais). Deve-se ressaltar, porém, que algumas soluções contemplam ações em mais de um nível.

O BANCO MUNDIAL (1993) *apud* SALATI; LEMOS; SALATI (1999), em razão da gravidade da situação, resolveu adotar uma série de procedimentos a fim de contribuir, em nível global, para a melhoria do gerenciamento dos recursos hídricos, entre eles, apoios para: inserção de política e gerenciamento dos recursos hídricos na pauta das discussões com os países e formulação da estratégia de ajuda; formulação de leis e regulamentos relacionados ao gerenciamento dos recursos hídricos, “medidas para o uso mais eficiente da água”, descentralização da administração da água (encorajar a participação de setores como o privado, as corporações públicas financeiramente autônomas e as associações comunitárias); participação dos usuários da água no planejamento, projeto e outras etapas dos projetos financiados pelo Banco; priorização da proteção, melhoria e recuperação da qualidade da água e a redução da poluição (aplicação de princípios como poluidor-pagador); evitar ou minimizar reassentamentos (quando necessários que se estabeleça condição melhor ou igual); treinamentos para reformas nos sistemas de gerenciamento de água.

O BANCO MUNDIAL (1993/1994) *apud* SALATI; LEMOS; SALATI (1999), registra segundo declaração, dada em 1993 pelo diretor do Departamento de Meio Ambiente do Banco Mundial Mohamed EI-Ashry, que “Nos níveis mais altos de Governo, deve-se reconhecer que a água e as bacias hidrográficas precisam ser gerenciadas como recursos naturais valiosos para atender múltiplos usos, ao invés de apenas insumos para atividades setoriais específicas”.

Já segundo REBOUÇAS (1999a), apesar “dos compromissos assumidos durante a Rio 92, pouco foi feito do muito que se necessita, urgentemente, em prol do desenvolvimento de uma sadia mentalidade de gestão e manejo da água, para uma efetiva melhoria da qualidade de vida da população”. Ele destaca como prioridades: reversão do quadro de poluição; eficiência dos usos; uso e proteção das águas subterrâneas; planejamento e gestão integrados; descentralização e participação; recursos humanos, tecnologia e difusão; e harmonização das políticas desenvolvimentistas.

Durante muito tempo, a fim de atender à necessidade por água e com a queda da qualidade dos mananciais próximos, adotou-se a captação em corpos d’água cada vez mais distantes. Mas questões econômicas (custos elevados principalmente em função da complexidades de obras como transposição de bacias), ambientais (impactos das mudanças dos corpos d’água nos ecossistemas envolvidos) e políticas (principalmente no caso de bacias interestaduais) desencadearam um processo de mudança de paradigma na abordagem da questão da escassez da água: não se trata mais somente de buscar água em locais cada vez mais distantes, numa clara gestão da oferta de água. Trata-se de reduzir a água considerada necessária pelas populações, mas sem comprometer a qualidade das atividades das populações. Esta nova forma de abordagem, denominada gestão da demanda, visa utilizar de forma mais eficiente a água localmente disponível.

Aliam-se às questões anteriormente citadas, dúvidas como “qual a quantidade de água necessária no futuro? Até quando a ênfase será dada na quantidade de água ofertada sem que considere a qualificação da demanda a ser atendida e o conseqüente nível de serviço agregado ao uso da água? Como esta água está sendo usada?”, registradas por GONÇALVES (1997) numa reflexão sobre o modelo de projeção de demanda segundo o qual “o incremento no bem-estar social implica diretamente no aumento do consumo *per-capita*”, o que implica numa demanda crescente de água “função não só do aumento populacional, mas também da evolução do bem-estar nas cidades”.

A gestão do suprimento (ou da oferta) e a gestão da demanda foram apresentadas também por SALATI; LEMOS; SALATI (1999), segundo os quais, a primeira trata “de políticas e ações relativas à quantidade e qualidade da água desde sua captação até o sistema de distribuição”, e a segunda, “do uso eficiente ou da redução do desperdício da água pelos seus usuários (Banco Mundial, 1994)”.

Como exemplo de atuação conjunta em mais de um nível, nos Estados Unidos, destaca-se um grande programa de conservação que abrangeu quatro estados da região nordeste, localizados às margens do rio *Delaware*, que abastece em parte ou na totalidade 18 milhões de pessoas. FEATHERSTONE (1996) relata a criação da comissão da bacia do rio *Delaware* com o objetivo de reduzir a demanda de água através de cinco linhas de ações: medição na produção e no fornecimento, detecção e reparo de vazamentos, normas de desempenho de equipamentos sanitários e requisitos para programas de conservação. Esta comissão realizou também ampla divulgação, treinamento e capacitação junto às indústrias e ao comércio. Como limites para equipamentos, foram definidos: 11,4 L/min para torneiras e chuveiros, 6 L/descarga para bacias e 5,7 L/descarga para mictórios. A política de preços adotada foi alterada de uma situação na qual a faixa de maior consumo tinha uma tarifa menor que as demais faixas para uma situação em que esta faixa teria uma tarifa maior. Verificou-se também que os benefícios econômicos, sociais, ambientais e o preparo para a eventualidade de uma seca, excedem os custos por ampla margem, o que tem incentivado as iniciativas de conservação. Concluiu-se que a conservação reduz os custos marginais da expansão dos sistemas produtivos de água e a necessidade de tratamento de esgotos.

Já na Europa, MARTI; TOMÁS; ALAVEDRA (2003) apresentam o caso de gerenciamento da água de forma sustentável nos edifícios da Catalunha, Espanha. A região apresenta um déficit de 13% nos recursos hídricos disponíveis e prevê-se que atinja 50% em 2012. A Agência Catalã de Água desenvolveu quatro macro diretrizes: a promoção do envolvimento de todas as partes interessadas, a introdução de um critério ambiental de planejamento urbano e de uso do solo, a adequação das edificações ao ambiente e o desenvolvimento de sistemas de certificação. Com

relação à gestão da água em edificações procurou-se a melhoria do sistema de controle e de informação, o desenvolvimento de pilotos e um plano de comunicação. Os objetivos do sistema de informação foram auditar o uso da água em diversos tipos de edifícios, integrar medidas de economia e monitorar os resultados da implantação, avaliar um sistema de recompensa aos que obtiverem as maiores reduções e oferecer um instrumento de tomada de decisões. Por fim, como medidas de adequação das edificações foram adotadas: o aproveitamento da água de chuva e o reúso para bacias sanitárias, adoção de restritores e de torneiras de fechamento automático, aproveitamento da água de chuva para irrigação, separação da água de chuva da de esgoto, controle de consumo da água de abastecimento e de reúso.

2.1 Nível macro

A aprovação pelo Congresso Nacional da Agência Nacional de Águas (ANA) representa um dos marcos do processo de construção do suporte político-institucional e jurídico-legal (MEJIA, 2000).

Em âmbito estadual, a exemplo do preceito de desenvolvimento sustentável, tem-se hoje uma Política de Recursos Hídricos cujo principal objetivo, segundo THAME (2000) é “assegurar que a água seja controlada e utilizada em padrões de qualidade e na quantidade adequada, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras”.

Segundo AZEVEDO; BALTAR; FREITAS (2000), “Em 1997, a Lei das Águas do Brasil estabeleceu, entre seus fundamentos, que a água é um recurso natural limitado e dotado de valor econômico. Essa percepção, que tomou corpo nas últimas décadas, vem provocando uma profunda mudança na forma como a sociedade vê e utiliza seus recursos hídricos.”

Quanto aos suportes político-institucional e jurídico-legal para as questões relacionadas à água, conforme SILVA Jr. (2002), desde 1934 o Brasil dispõe de um texto sobre o direito da água - o Código de Águas. Mas este código apresentava lacunas no que diz respeito ao atendimento de exigências atuais tais como meios para

combater o desconforto hídrico, a contaminação das águas e conflitos de uso, ou meios para uma gestão descentralizada e participativa (com a participação da sociedade). Em 1995, foi criada a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), no âmbito do Ministério do Meio Ambiente (MMA), incluindo em sua missão a formulação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a coordenação do Plano Nacional de Recursos Hídricos. A Lei das Águas (Lei nº 9433/97) veio preencher as lacunas do Código de Águas, a partir de uma Política de Recursos Hídricos e de um Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), contando este último com um colegiado formado por representantes da três esferas do Poder Público, dos setores usuários e da sociedade civil organizada (incluindo membros dos Comitês de Bacias).

Segundo KELMAN (2000), esta Lei definiu cinco instrumentos essenciais à boa gestão dos recursos hídricos, dois deles já citados (Plano Nacional e SINGREH), além de outros três: Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, Cobrança pelo Uso da Água, e Enquadramento dos Corpos d'água em Classes de Uso.

Como grandes benefícios da Lei das Águas, deve-se destacar (SRH/MMA, 1999 *apud* SETTI *et alii*, 2000) a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento (o que facilita o estabelecimento do balanço hídrico), o princípio dos usos múltiplos da água (o que quebra a hegemonia do setor elétrico na gestão dos recursos hídricos), o reconhecimento da água com bem finito e vulnerável, o reconhecimento do valor econômico da água e a gestão descentralizada e participativa.

Finalmente, já em 2000, a partir da Lei Federal nº 9.984/00, foi aprovada no Congresso Nacional a criação da ANA, tendo como funções, entre outras, coordenar a implementação da política nacional de recursos hídricos e colaborar na criação e consolidação dos Comitês de Bacia Hidrográfica (SILVA Jr., 2002).

Estes desenvolvimentos nos arcabouços tiveram seu reconhecimento, como atesta O BANCO MUNDIAL (2004): “Durante a última década, o Brasil implementou

importantes reformas institucionais nos níveis federal e estadual. Uma lei moderna, inovadora e amplamente discutida foi aprovada em 1997, dando origem à criação, em 2000, da Agência Nacional de Águas (ANA), cujo objetivo é executar a Política Nacional de Águas”.

A criação dos Comitês de Bacias veio ao encontro da necessidade de criação de órgãos através dos quais as partes com interesses conflitantes, numa mesma bacia hidrográfica, pudessem expor suas necessidades e entrar em acordo.

Vale ressaltar a vanguarda da França em gestão da água por bacia hidrográfica e a cobrança pelo uso da água. Segundo BERNARD (2002), a partir de uma lei de 1964, foi introduzido um novo conceito de gestão da água por bacia hidrográfica, tendo por objetivos a proteção dos recursos hídricos, a luta contra a poluição, a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas e a conciliação entre atividades econômicas e proteção do ambiente.

Sobre a cobrança pelo uso da água, deve-se considerar a crescente importância econômica da água. Conforme GARRIDO (2000), “No passado, a abundância da água na natureza fez com que alguns manuais de economia a considerassem como um bem livre, ou seja, não econômico”, mas “muitos mananciais passaram a dar sinais de esgotamento, seja em termos de volumes disponíveis, seja pela deterioração de sua qualidade. Isto originou, entre economistas, o consenso que considera a água como um bem econômico.”

Já quanto ao conceito poluidor-pagador, segundo MARTINEZ Jr. (2000), “Pode-se considerar o Princípio poluidor-pagador como tendo origem nos conceitos relativos à economia do bem-estar, expressados nos anos 20 pelo inglês PIGOU [1948], segundo os quais, os preços dos bens e serviços deveriam refletir integralmente os custos sociais, aí compreendidos os custos do ponto de vista ambiental, ligados à poluição, à exploração de recursos naturais e a outras formas de degradação do meio ambiente. A não consideração desses custos na formação dos preços conduziria à super exploração dos recursos naturais e a um nível de poluição superior ao ótimo do ponto

de vista social. Atribuir aos agentes econômicos os custos decorrentes da poluição que acarretam constitui uma forma de internalizar tais externalidades do ponto de vista ambiental”.

Por fim, deve-se citar o Capítulo 18 da Agenda 21 (MMA, 2004) que, em um de seus itens, contempla a necessidade de concomitância entre planos de utilização de águas e medidas de “conservação e minimização do desperdício”. Já no seu Programa A, é apresentado como uma das bases para a ação “O manejo holístico da água doce como um recurso finito e vulnerável e a integração de planos e programas hídricos setoriais aos planos econômicos e sociais nacionais” e como um dos objetivos o manejo integrado dos recursos hídricos, baseado “na percepção da água como parte integrante do ecossistema, um recurso natural e bem econômico e social cujas quantidade e qualidade determinam a natureza de sua utilização”, e prossegue: “uma vez satisfeitas essas necessidades, os usuários da água devem pagar tarifas adequadas”. Por fim, como uma das metas sugeridas para os estados, até o ano de 2000, apresenta “Ter estabelecido programas eficientes de uso da água para alcançar padrões sustentáveis de utilização dos recursos”.

2.2 Níveis meso e micro

No nível meso (sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário), em especial no caso das companhias de abastecimento/saneamento, as perdas em rede representam uma fonte de grandes desperdícios. Estas perdas englobam vazamentos (água não consumida - denominadas perdas físicas) e falhas na medição da água consumida (água consumida pelo cliente e não faturada - denominadas perdas financeiras). Segundo LEAL (2000), os índices de perda, no Brasil, são muito altos se comparados com outros países. Ele acrescenta que em São Paulo as perdas atingem 31% da água produzida e registra ainda que, conforme informações da Universidade Federal de Minas Gerais, apesar destes valores serem mais baixos do que os de outras cidades (nas quais esses índices chegam a 50%), estão longe do padrão internacional (no máximo, 20%).

Segundo ALONSO (1986), a fim de reorientar o Programa de Redução e Controle de Vazamentos, fez-se, em 1985, um levantamento das falhas ocorridas no sistema de distribuição de água da Região Metropolitana de São Paulo. Foi constatado que mais de 85% dos vazamentos ocorriam na ligação predial e que, considerando a somatória das falhas de 1980 a 1984, estas distribuíam-se em vazamentos em cavalete (19,77%), registro do cavalete - ferrule (33,05%), ramal (30,95%), rede (12,65%) e por ruptura na rede (os demais 3,58%).

Já segundo YOSHIMOTO (2003), 90% dos vazamentos ocorrem nos ramais, distribuindo-se estes em 20% nos adaptadores, 40% no tubo do ramal e os restantes 40% no cavalete. O autor conclui que perdas são inevitáveis, mas que há potencial de recuperação do volume de perdas reais através de medidas como gerenciamento da pressão, pesquisa de vazamentos, agilidade e qualidade dos reparos e gerenciamento dos materiais das redes (seleção, instalação, manutenção, revestimento e substituição). Endossam esta afirmação CONEJO *et alii* (1997), ao registrarem que “A magnitude das perdas será tanto mais significativa, quanto pior for o estado das tubulações e principalmente nos casos de pressões elevadas”.

Além de ocorrer nos ramais, as perdas podem ocorrer também, mas em menor proporção, em etapas como captação, tratamento, reservação, adução, distribuição de água (antes dos ramais) e em procedimentos operacionais (lavagem de filtros, descargas na rede ou extravasamentos de reservatórios), conforme CONEJO *et alii* (1997).

O BANCO MUNDIAL (2004) apresenta como uma das prioridades do setor de recursos hídricos, o aumento da eficiência do abastecimento de água e dos serviços de saneamento. Apesar das altas tarifas, ele expõe que metade das empresas no Brasil apresenta *déficit* e que “apenas três das 26 companhias estaduais e regionais conseguiram reter 70% da água colocada no sistema para servir aos usuários finais, sendo que sete dessas empresas apresentaram perdas acima de 50%”, apesar de melhorias ocorridas em 2000.

SEPURB (1997) *apud* CONEJO *et alii* (1997), utilizando dados de 1995 das companhias estaduais, registra porcentagens de 25% a 65% para perdas não faturadas. Estas mesmas perdas, registradas em sistemas autônomos apresentam índices muito semelhantes, variando de 20 a 60%.

Segundo dados internacionais, conforme IWSA (1995) *apud* CONEJO *et alii* (1997), a água não faturada (perdas totais) totaliza porcentagens médias de 17%, mas que variam desde 7% (Singapura, Suíça e Alemanha) até 25% ou 30% (Grã-Bretanha, Tailândia e Hong Kong).

SOLMAZ; USTUN; FAKI (2003) apresentam como perdas ocorridas no sistema público de distribuição de água de Bursa, na Turquia, o índice de 37%, sendo que 92% das perdas são físicas. Demonstram também como calcularam as perdas de uma região e a que se devem estas perdas. Com base nesta identificação sugeriram medidas de combate às perdas.

Quanto aos índices de perdas na Região Metropolitana de São Paulo, SABESP (1996) *apud* CONEJO *et alli* (1997) expõe que os valores oscilam sensivelmente quanto a localização espacial e quanto ao nível temporal. De 1977 a 1995, a variação foi de 36% até quase 45% (entre 1994 e 1995). Mas, durante este intervalo, as perdas foram reduzidas a apenas 25% (1983), ressaltando o papel importante do caráter permanente do tratamento das perdas e que ele seja considerado um programa estratégico.

Conforme a autora, através de estudos realizados pela *Lyonnaise des Eaux Services Associés (LYSA)* para a Região Metropolitana de São Paulo, chegou-se a valores de 40% para as perdas (águas não faturadas) em 1991, dos quais 51% de perdas físicas e 49% de perdas não físicas. Ainda segundo estes estudos, mais de 90% dos vazamentos ocorriam em ramais prediais, dos quais 80% correspondiam aos ramais implantados em polietileno de alta densidade (PEAD), além disso, 47% dos hidrômetros de grande capacidade não eram adequados aos consumos medidos.

A autora conclui, sobre o Programa Interno de Redução de Perdas da Região Metropolitana de São Paulo, que este está inserido em um conjunto de ações, incluindo a implantação do Programa de Uso Racional da Água (PURA), visando “ao resgate da SABESP como empresa de prestação de serviço público, pautada na sua viabilização econômico-financeira e na excelência da qualidade dos serviços prestados aos seus clientes”.

O controle de perdas pela referida concessionária, ainda segundo SABESP (1996) *apud* CONEJO *et alli* (1997), tem sido estimulado também por “questões institucionais de caráter externo” tais como exigências de organismos internacionais de financiamento (Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento - BIRD, Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, etc.) por melhores desempenhos operacionais e aumento da consciência coletiva (cobrança do controle “como pressuposto para a aprovação de novos aproveitamentos de mananciais”).

Passando-se da preocupação no nível meso para o micro, por outro lado, já em 1986 ROCHA; MONTENEGRO (1986) registravam que o custo da exploração dos mananciais estava cada vez mais elevado e que as perdas em rede haviam atingido patamares razoáveis, apontando como prioritárias, e com resultados promissores, as ações visando à redução do consumo no nível das instalações prediais. Trata-se já de uma mudança de paradigma, de “buscar na redução da demanda uma alternativa para aumentar a capacidade de atendimento, sem que isso absolutamente implique em reduzir as condições de conforto e segurança sanitária dos usuários”.

Também em 1986, MONTENEGRO; SILVA (1986) alertavam para a necessidade de definição precisa do termo economia de água para a elaboração de programas e suas ações, instrumentos, metas e alocações de recursos.

CALIFÓRNIA (1984); BAUMANN *et alii* (1984) *apud* MONTENEGRO; SILVA (1986) apresentam a distinção entre os conceitos de *economia de água* e *conservação de água*. Em sua concepção, “economia de água refere-se à contenção, pela redução da demanda, do uso ‘consumptivo’ da água” e “conservação de água refere-se à

retenção, pela redução da demanda, do uso da água, independentemente do mesmo ser ou não ‘consumptivo’”, devendo-se observar que o uso é dito consumptivo quando a água não é devolvida ao corpo d’água (direta ou indiretamente), o que impossibilita sua reutilização.

Para IPT (1986) *apud* MONTENEGRO; SILVA (1986), com base nos conceitos anteriormente descritos, “economia de água pressupõe portanto uma ação que preserve uma determinada quantidade de água na bacia hidrográfica, e que de outra maneira seria desincorporada”, tratando-se portanto, da “retenção do uso ‘consumptivo’”. A conservação, por sua vez, “diz respeito às medidas de retenção cujos reflexos não se fazem necessariamente sentir na quantidade total, mas sim nos aproveitamentos alternativos da água disponível na bacia”, tratando portanto de “ambas formas de uso”.

Por fim, deve-se diferenciar os conceitos de *uso racional* e *conservação*. Segundo GONÇALVES (2003), no primeiro, o enfoque está na demanda, tratando-se da “Otimização em busca do menor consumo de água possível mantidas, em qualidade e quantidade, as atividades consumidoras”, já no segundo, o enfoque está na demanda e na oferta, tratando-se da “Otimização da demanda somada ao uso de ofertas alternativas de água, empregando água ‘menos nobre’ para fins ‘menos nobres’”.

O autor registra, ainda, os estudos e pesquisas que têm sido desenvolvidos na área de uso racional e de conservação, além dos relacionados à gestão da água:

- Na área de *uso racional*:
 - Indicadores de consumo e demanda de água - levantamento e padronização,
 - Redução de perdas - tecnologias e procedimentos para detecção e eliminação,
 - Sistemas e equipamentos economizadores - tecnologias e modelos de avaliação de desempenho,
 - Otimização dos sistemas hidráulicos - impactos nos modelos e parâmetros de projeto e dimensionamento;

- Na área de *conservação*:
 - Oferta de fontes alternativas de água - modelos de avaliação e parâmetros de projeto,
 - Aproveitamento de água de poços - tecnologias e modelos de avaliação de desempenho,
 - Aproveitamento de águas pluviais - tecnologias e modelos de avaliação de desempenho,
 - Reúso de águas - tecnologias e modelos de avaliação e desempenho;
- Na área de *gestão da água*, abordando demanda e oferta de água:
 - Setorização de consumo e demanda - projetos e parâmetros de segregação de usos/indicadores,
 - Medição de água - tecnologias e procedimentos avaliação,
 - Operação e Monitoramento - tecnologias de informação e modelos de avaliação permanente,
 - Manutenção dos sistemas hidráulicos - modelos e tecnologias,
 - Avaliação Ambiental - avaliação e previsão da demanda de água ao longo da vida útil do sistema.

2.2.1 Uso Racional da Água

Quanto ao *uso racional da água*, vale observar ainda que não se trata de *acionamento de água*, como muitas pessoas acreditam. Racionamento de água é a restrição do consumo de água que é imposta a uma população, por razão de falta de água disponível para o abastecimento. A medida de racionamento é utilizada em última instância, conforme INSTITUTO DE ENGENHARIA (2003), quando os reservatórios atingem níveis críticos, nos quais o regime de chuvas não é capaz de suprir o reservatório de água suficiente para abastecer as populações. Além do desconforto para a população, a implantação de um racionamento, conforme lembra o autor, gera também vários problemas para a operação dos sistemas de abastecimento.

Portanto, antes de cercear a utilização da água, através de um racionamento, deve-se pensar em como utilizá-la de forma racional e sem comprometer a qualidade da água e das atividades dos usuários.

Mais dois conceitos que devem ser bem entendidos são o de *consumo*, que “aborda a quantidade de água utilizada para atender as necessidades dos usuários incluindo os desperdícios verificados no sistema”, e o de *volume de água desperdiçada*, “que pode ser tanto por uso excessivo como por perda” OLIVEIRA (1999).

Conforme OLIVEIRA (1999), o uso racional da água pode ser entendido como a otimização de seu uso, podendo-se considerar duas ações operacionais no sistema, uma de atuação (instalação de componentes economizadores, por exemplo), que influencia na redução do consumo de água e outra de controle (monitoramento sistemático do consumo, por exemplo) que ajuda na estabilização do consumo nos níveis mínimos atingidos.

A aplicação do uso racional da água pode ocorrer em uma de suas dimensões: tecnologia, mobilização ou gestão, ou ainda, através de uma associação destas:

- **Tecnologia:** no âmbito da tecnologia destacam-se equipamentos para detecção de vazamentos (através de métodos não destrutivos), equipamentos economizadores de água para usos mais comuns (em sanitários, copas/cozinhas, áreas de serviço, etc.) e para usos específicos (em laboratórios, em sistemas de refrigeração, etc.) e sistemas de telemedição (que permitem o acompanhamento remoto do consumo). Quanto aos equipamentos economizadores, eles vêm passando por grande desenvolvimento, mas aguarda-se sua massificação, o que já acontece em países como Estados Unidos e Canadá nos quais há subsídios públicos para a compra e troca destes produtos por parte da população (INSTITUTO DE ENGENHARIA, 2003).
- **Gestão:** como ações de gestão do uso racional da água podem ser entendidas a gestão dos programas propriamente ditos - coordenação das ações de uso racional da água, e a gestão da demanda de água - acompanhamento do consumo e a

retroalimentação dos sistemas através de ações tecnológicas (eliminação de vazamentos, substituição de equipamentos ou de processos por outros que utilizem menos água, etc.) ou ações de mobilização (realização de campanhas, palestras, treinamentos).

- **Mobilização:** trata-se da dimensão mais difícil de ser trabalhada pois não depende somente dos agentes mobilizadores. O sucesso desta dimensão depende principalmente do grau de comprometimento dos usuários. Conforme INSTITUTO DE ENGENHARIA (2003), poucos resultados perenes podem ser esperados da educação sanitária e ambiental. Através de campanhas pode-se ter uma resposta positiva em época de escassez, mas a médio e longo prazo registra-se a tendência de retorno à situação anterior. Além das campanhas, o autor indica a educação desde seus níveis básico e intermediário. Por outro lado, LANT (1993), comenta o papel da aceitação da conservação da água entre os usuários em Springfield (Illinois) e a sua influência nos resultados. Foram apresentadas várias medidas aos usuários, sendo os principais resultados: a conservação é considerada importante por 93% das pessoas; 60% aprovaram as medidas; a imposição legal de medidas como auditorias em residências e no comércio, o ensino obrigatório nas escolas e a determinação de regras para irrigação de jardins foram amplamente rejeitadas; as medidas emergenciais de conservação de curto prazo são mais bem aceitas que as de longo prazo; as medidas de conservação são mais bem aceitas conforme a renda e a escolaridade das pessoas.

Pode-se ainda aplicá-lo numa dimensão econômica através da indução da redução do consumo de água pelo aumento das tarifas dos serviços de água e esgoto (tratamento e abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos) ou até mesmo pela cobrança pelo próprio uso da água, tema tão discutido. Esta cobrança iria além da cobertura dos gastos com tratamento da água, tal como é calculado hoje, passando a incluir a atribuição de valor econômico para água, entendida então como bem de consumo.

STALLWORTH (2000) descreve o papel do preço como elemento indutor da conservação e os principais mecanismos das tarifas de conservação. Historicamente, nos Estados Unidos, os preços sempre foram subsidiados pelas empresas públicas que lidavam com a questão do consumo de água através de um modelo de gestão da oferta. Isto resultou na necessidade de altos investimentos em tratamento de esgotos. Segundo o autor, o preço pode ser utilizado para promover a conservação ou para aumentar a arrecadação. No primeiro caso, a cobrança da água pode ser um poderoso meio de sinalizar sua importância e escassez para os usuários, muitos dos quais não relacionam o seu uso com a conta. Na situação atual, no qual a demanda é crescente frente às reservas limitadas, é importante adotar mecanismos econômicos para divulgar o real valor da água. No segundo caso, o aumento pretendido para a arrecadação destina-se ao fornecimento de recursos para atender os requisitos ambientais, cada vez mais rigorosos com relação aos esgotos gerados.

Com relação à elasticidade da demanda em função dos preços BEECHER (1994) *apud* STALLWORTH (2000) levantou que um acréscimo de 10% nos preços reduz de 2 a 4% o consumo em residências e de 5 a 8% nas indústrias. Indica a importância de se fazer previsões corretas a respeito da demanda futura de forma a não provocar instabilidade financeira nas empresas. O autor lembra que a política de preços deve estar acompanhada de outras medidas como a micromedição universalizada, auditorias do uso da água, recuperação de sistemas e educação pública.

Pode-se adotar ainda outras classificações para as medidas de uso racional e de conservação. GRIGGS; SHOULER (1994) apontam para a crescente importância da conservação da água no Reino Unido devido ao aumento da demanda e da ocorrência de falta de água, conscientização da população e preocupação econômico-ambiental. O uso da água no Reino Unido era de 27 milhões de m³/d, sendo 64% para uso doméstico (150 L/d/pessoa). Os autores classificam as principais medidas de economia em: relativas a produtos - adoção de restritores de vazão, arejadores, sensores de presença e bacias sanitárias com princípio de funcionamento diferenciado (vácuo, pressurizada, sem água); técnicas - substituição da água por um sistema a vácuo para carreamento de esgoto, a realização de programas de educação

nas escolas, a medição individualizada em residências, o aproveitamento da água de chuva, e em alguns casos o reúso da água em domicílios; e relativas a serviços - programas de auditoria, rotulagem de produtos com relação à eficiência do uso da água e programas de incentivo à troca de bacias convencionais pelas de 6 L.

2.2.2 Conservação de água

A *conservação de água* amplia o conceito de uso racional da água, aliando a este a utilização de fontes alternativas.

Na sequência são abordadas três possibilidades de conservação de água: o aproveitamento de água de poços, o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas.

- **Aproveitamento de água de poços**

REBOUÇAS (1999b) apresenta dados importantes sobre os aquíferos subterrâneos, dentre os quais, disponibilidade, abastecimento, nível de utilização e qualidade.

Quanto à disponibilidade, ele registra uma disponibilidade de água subterrânea da ordem de 5.000 m³/per capita/ano, o que representa, na prática, que este recurso poderia abastecer 80% das comunidades urbanas do Brasil. Esclarece, por outro lado, que algumas áreas, como por exemplo no semi-árido da região do Nordeste, os potenciais são muito baixos, sendo a qualidade das águas o fator limitante mais importante (teores de sólidos totais dissolvidos superiores a 2.000 mg/L em 75% dos casos).

Em relação ao abastecimento, ainda segundo REBOUÇAS (1999b), mais de 70% das cidades de São Paulo e mais de 95% de suas indústrias já são abastecidas por poços, estimando-se que “7 mil poços estejam em operação, para abastecer condomínios residenciais, hotéis, hospitais, indústrias e serviços comerciais”. Ele ressalta que este uso desordenado de águas subterrâneas, “alternativa econômica altamente

promissora” (amortização em 20 a 30% da sua vida útil) e que soluciona a questão de falta de água e reduz os gastos, repete-se em outras áreas metropolitanas do Brasil e demais cidades (locais, a princípio, servidos por abastecimento público). Como não há controle desta utilização, torna-se difícil a caracterização do seu nível. Segundo IBGE (1991) *apud* REBOUÇAS (1999b), cerca de 61% da população se auto-abastece com água subterrânea, sendo 43% por meio de poços tubulares, 12% por meio de fontes ou nascentes e 6% por meio de poços escavados ou cacimbões”.

Em termos mundiais, UNESCO (1992) *apud* REBOUÇAS (1999b) cita que “estima-se que cerca de 300 milhões de poços foram perfurados no mundo durante os últimos 25 anos e que mais de 50% da sua população consome exclusivamente água subterrânea. Por sua vez, dos 270 milhões de hectares irrigados no mundo, cerca de um terço é abastecido por poços. A grande maioria dos poços é do tipo tubular profundo, com diâmetros entre 100 e 200 mm e profundidades entre 50 e 200 m”.

Por fim, com relação à qualidade, REBOUÇAS (1999b) registra o descontrole da perfuração, com um “extrativismo privado e público não controlado”, fruto da não aplicação do Código de Águas. A perfuração freqüentemente é realizada sem uma tecnologia apropriada, o que resulta em “risco de contaminação, interferência ou de sobreextração de água dos aquíferos”.

Segundo dados mais recentes (IBGE, 1998 *apud* SRH/MMA, 2003), mais de 51% da sociedade brasileira é abastecida por águas subterrâneas. Na Região Metropolitana de São Paulo seriam mais de 10 mil poços para abastecimento de 95% das indústrias, hospitais, hotéis de luxo, condomínios e clubes.

LEAL (2000) expõe que a opção de aproveitamento de outras fontes alternativas serve mais como auxílio ao sistema principal e que, especificamente em relação aos poços artesianos, estes podem apresentar como problemas a baixa vazão e a dificuldade em controlar a qualidade da água, além da questão da recarga - “o uso deve ser controlado porque a recarga do manancial é lenta e o uso abusivo pode esgotar a fonte”. Ele cita Aldo Rebouças, segundo o qual “Poços artesianos são bons

para pequenas utilizações não-nobres, pois não é possível controlar plenamente a qualidade da água utilizada”.

SALATI; LEMOS; SALATI (1999) reforçam a existência do problema da velocidade de recarga do aquífero e citam além deste, outro problema enfrentado pelos países em desenvolvimento para uma gestão adequada dos aquíferos subterrâneos, o “desconhecimento parcial ou total do volume de água disponível”.

Em termos de legislação (SRH/MMA, 2003), o Código de Águas, de 1934, em seu Título IV, artigos 96 a 101 dispõe sobre águas subterrâneas. De acordo com o Artigo 96, se o aproveitamento das águas subterrâneas prejudicar ou diminuir a disponibilidade das demais águas as águas, seu aproveitamento deve ser suspenso. Já o Artigo 97 trata da exigência de guardar distância e tomar as devidas precauções quando da abertura de poço junto à edificação vizinha, de modo a não prejudicá-la.

Estas duas referências evidenciam o entendimento desta fonte como complementar às demais e a necessidade de uma gestão integrada de seu uso.

Ainda segundo SRH/MMA (2003), para tratar de questões relacionadas ao aproveitamento de águas subterrâneas, na esfera federal, foi criado o Programa de Águas Subterrâneas - PAS. Como objetivos do Programa, o autor cita a promoção de “ações que possibilitem à construção de um arcabouço gerencial das águas subterrâneas do Brasil, servindo de base à proteção, conservação e gestão sistêmica, integrada e participativa dos aquíferos”.

Através do Programa, pretende-se “ampliar os conhecimentos básicos hidrogeológicos, propiciar a construção e o fortalecimento institucional e legal, subsidiar e promover a gestão e formular políticas públicas das águas subterrâneas brasileiras, compatibilizadas com as políticas de recursos hídricos nacional e estaduais e com participação do município, tendo como resultado o desenvolvimento sustentado das províncias hidrogeológicas”, contando para tal com Planos regionais (SRH/MMA, 2003).

Estes Planos regionais, ainda segundo o autor, para o uso sustentável das águas subterrâneas incluem: rede de articulação, agregação do conhecimento básico, capacitação institucional e legal para as águas subterrâneas, projetos pilotos, capacitação de técnicos gestores, formação de atores sociais para uso sustentável das águas subterrâneas, estabelecimento de Termos de Cooperação.

SRH/MMA (2003), entre outras conclusões, destaca que:

- “As águas subterrâneas ainda se apresentam de forma dispersa e incipiente na legislação do Brasil”; e
- “A gestão sistêmica, integrada e participativa depende da condução de aspectos políticos, institucionais, técnicos e culturais fundamentais”.

- **Aproveitamento de águas pluviais**

Segundo SCHERER (2003), alguns municípios brasileiros, entres os quais Santo André (SP) - 1997, Guarulhos (SP) - 2000 e São Paulo (SP) - 2003, já se mobilizaram, em termos legislativos, para a implantação de medidas para o aproveitamento das águas pluviais.

Em São Paulo, a Lei nº 13.276, 05 de janeiro de 2002 “Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m².” Constam desta Lei:

- Proposta de fórmula para o cálculo da capacidade do reservatório;
- Exigência de instalação de “um sistema que conduza a água captada por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos ao reservatório”. Recomenda-se que esta água deverá “infiltrar-se no solo, podendo ser despejada da rede pública de drenagem após uma hora de chuva ou ser conduzida para outro reservatório para ser utilizada para finalidades não potáveis”;
- No caso de estacionamentos em terrenos autorizados (existentes e futuros), estes deverão ter “30% (trinta por cento) de sua área com piso drenante ou com área naturalmente permeável” (DIOGO, 2002).

Infelizmente, como boa parte das iniciativas relativas a águas pluviais tem sido motivada pela questão de drenagem urbana, objetivando reduzir picos de vazão de água durante as chuvas, não são explicitadas orientações de viabilização técnica do aproveitamento da água reservada.

- **Reúso das águas**

Conforme HESPANHOL (1997), foi recomendado aos países participantes da Conferência das Nações Unidas sobre Meio-Ambiente e o Desenvolvimento, realizada em 1992, no Rio de Janeiro, “a implementação de políticas de gestão dirigidas para o uso e reciclagem de efluentes, integrando proteção da saúde pública de grupos de risco, com práticas ambientais adequadas”. O Capítulo 21 da Agenda 21, por sua vez, inclui entre seus objetivos, a ampliação dos sistemas nacionais de reúso e reciclagem de resíduos e a disponibilização de “informações, tecnologia e instrumentos de gestão apropriados para encorajar e tornar operacional, sistemas de reciclagem e uso de águas residuárias”. O autor cita também o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas, que em 1985 estabeleceu uma política segundo a qual “a não ser que exista uma grande disponibilidade, nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que tolerem águas de qualidade inferior”. Desta forma, libera-se “as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico”.

O autor afirma que os níveis de tratamento, os critérios de segurança, os custos de capital, de operação e de manutenção são função da qualidade da água utilizada e do objetivo específico do reúso. Já quanto às possibilidades e formas potenciais de reúso, ele expõe que “dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais”.

Como possibilidades, HESPANHOL (1997) apresenta os reúsos urbanos, industriais e agrícolas (além de recreação e aquíicultura) e como tipos de esgotos, os domésticos e os industriais. Das combinações possíveis entre tipos de esgotos e possibilidades de

reúso, o autor dá maior ênfase ao estudo dos usos agrícolas de esgotos domésticos em função das grandes vazões envolvidas, da associação com problemas ambientais e riscos de saúde pública, além de ser uma prática usual em países em desenvolvimento.

Como exemplo de **reúso urbano** pode-se citar a utilização de água de reúso na limpeza da cidade de São Paulo, conforme TAVARES (2003). Foi assinado um contrato entre a Prefeitura e a SABESP para que se utilize esta água, um subproduto das estações de tratamento de esgoto, para a limpeza de ruas e praças da cidade. Em seus processos de obtenção são realizadas a retirada de resíduos sólidos e sua desinfecção. A água será retirada, através de carro-pipa, das estações de tratamento de esgoto de Parque Novo Mundo, ABC e Barueri, sendo cobrada uma taxa R\$ 0,36/m³. Apesar do gasto em transporte, estima-se que “a verba para a compra de água passe de R\$ 1,2 milhões para somente R\$ 70 mil por ano”.

Comparando-se valores entre R\$ 0,30/m³ (água de reúso normal) e pouco mais de R\$ 0,40/m³ (água de reúso com maior filtragem) com R\$ 5,84/m³ (preço normal para grandes consumidores industriais, acima de 50 m³ por mês), para as empresas, a maior vantagem é o custo (ABAS, 2002).

ABAS (2002) acrescenta que a SABESP foi a primeira empresa pública de saneamento no Brasil a oferecer água com esta qualidade (“livre de organismos patogênicos, que normalmente é devolvida aos rios, mas pode ser filtrada para vários tipos de uso”). Esta entidade afirma que ela pode ser utilizada ainda no combate a incêndios, no paisagismo (enchimento de lagos artificiais e irrigação de áreas verdes), na refrigeração de equipamentos, como matéria-prima para a produção (setores têxtil e de papel e celulose) e, no caso das transportadoras, na lavagem de caminhões.

Mas SALATI; LEMOS; SALATI (1999) expõem que este reúso (efluente de tratamento dos esgotos domésticos) enfrenta uma grande resistência da população. Eles citam a Califórnia (Estados Unidos), cujo índice de reutilização, que não atinge

1% do suprimento do estado, é o maior do país, sendo a água utilizada para “refrigeração industrial, recarga de aquíferos subterrâneos, barreira contra a intrusão de água salina e irrigação de parques, campos de golfe e alguns tipos de agricultura” (FREDERICK, 1993 *apud* SALATI; LEMOS; SALATI, 1999).

Como problemas do reúso urbano para fins não potáveis, HESPANHOL (1997) aponta “os custos elevados de sistemas duplos de distribuição, dificuldades operacionais, e riscos potenciais de ocorrência de conexões cruzadas”, mas, continua, “devem ser considerados em relação aos benefícios de conservar água potável e de, eventualmente, adiar ou eliminar a necessidade de desenvolvimento de novos mananciais, para abastecimento público”.

Há ainda uma possibilidade de reúso urbano para fins potáveis, que não é recomendável, a qual exigiria, como critérios básicos: reúso indireto, exclusivamente doméstico, sistemas de tratamento de barreiras múltiplas, aceitação pública e responsabilidade pelo empreendimento.

No caso de **reúso industrial**, conforme SALATI; LEMOS; SALATI (1999), o preço pago pela água e as leis de controle da poluição levaram, em países desenvolvidos, ao aumento das práticas de reciclagem. Cita-se, por exemplo, os Estados Unidos, país no qual, enquanto a produção industrial aumentou quatro vezes, entre os anos de 1950 e 1990, o respectivo consumo de água foi reduzido em 36% (POSTEL, 1992 *apud* SALATI; LEMOS; SALATI, 1999).

Por fim, quanto ao **reúso agrícola**, deve-se citar Israel que utiliza 70% dos seus esgotos tratados para irrigar 19.000 hectares de lavouras. Líder mundial em reutilização de água, prevê-se para este país o atendimento a mais de 16% da demanda com água de reúso de esgotos domésticos, sendo grande parte utilizada na agricultura (POSTEL, 1992 *apud* SALATI; LEMOS; SALATI, 1999).

HESPANHOL (1997) conclui que o envolvimento ativo do público (do planejamento à implementação do projeto) é de fundamental importância para aceitação dos

projetos de reúso e que é necessário implementar projetos pilotos (principalmente os relativos ao setor agrícola). Desta forma, poderia-se fornecer subsídios para o desenvolvimento de padrões e códigos de prática, adaptados às condições e características nacionais, em “países como o Brasil, onde não existe experiência em reúso planejado e institucionalizado”.

3 USO RACIONAL DA ÁGUA - PRÁTICAS, PROGRAMAS E ESTUDOS DE CASO

A seguir, apresenta-se uma série de práticas, programas e estudos de caso na área de uso racional da água, desenvolvidos ou em desenvolvimento em outros países e no Brasil.

3.1 Experiências internacionais

3.1.1 Estados Unidos

Após o grande impulso dado pela lei federal *Energy Policy Act*, decretada em 1992, nos Estados Unidos, vários foram os programas e estudos de caso desenvolvidos. Na seqüência são apresentados, de forma resumida, alguns destes, conforme levantado por OLIVEIRA (1999) a partir de bibliografia internacional:

- *Deibert, em 1978: Jardins - Madison, Wisconsin (EUA)* - em 1975 desenvolveu-se um programa de mudança do horário de irrigação de jardins das 18 horas (horário de pico) para as 20 horas, através de campanha educativa. Como resultado, obteve-se uma alteração de 38,9% para 68% a porcentagem de pessoas que regavam o jardim após às 19 horas e antes das 8 horas;
- *Baker et alii, em 1992, apud American Water Works Association, em 1993: Residências - Harris Country, Texas (EUA)* - através de um programa de incentivo de substituição de componentes convencionais por economizadores (chuveiro com restritor de vazão e arejadores), aplicado em cerca de 600 residências, atingiu-se uma redução do consumo de 18%;
- *Ayres Association, em 1993: Escola de segundo grau - Tampa, Florida (EUA)* - foi desenvolvido um estudo de caso de substituição de componentes convencionais por economizadores (30 torneiras de fechamento automático e 30 bacias sanitárias com volume de descarga de 6 L) e eliminação de vazamentos em mictórios. Obteve-se uma redução de 27% após substituição das torneiras e

correção dos vazamentos e mais 32% após a substituição das bacias, totalizando 51% de redução no consumo diário por aluno;

- *Ayres Association, em 1993: Edifícios multifamiliares - Tampa, Florida (EUA)* - aplicou-se um estudo de caso de substituição de bacias sanitárias por outras com volume de descarga de 6 L e chuveiros convencionais por chuveiros de vazão reduzida, em metade dos 144 apartamentos, registrando-se uma redução de consumo de 17,4%;
- *Konen e Anderson, em 1993: Residências unifamiliares - Tampa, Florida (EUA)* - em um estudo de caso de substituição de bacias sanitárias e chuveiros existentes por economizadores, em 25 casas, foi registrada redução de alguns consumos, como o médio total (6%), o interno (15,6%), o de água quente (15,8%), o de volume de descarga (44,1%) e o médio de água para banho (35%), mas, por outro lado, foi registrado aumento do consumo externo (21%) e da frequência de utilização da descarga (18,4%);
- *Massachusetts Water Resources Authority, em 1996: Hospital - Boston, Massachusetts (EUA)* - neste estudo de caso foram substituídas válvulas de descarga em bacias sanitárias e mictórios, foram instalados arejadores em todas as torneiras de lavatório, foi substituído o sistema de resfriamento a água por outro a ar e, finalmente, reaproveitada a água do sistema de ar comprimido por quatro bombas de vácuo. Através destas medidas, atingiu-se a redução do consumo anual de água de 29% em um hospital e 19% em outros seis hospitais (em valores médios), o que “mostra que o consumo de água depende de características físicas e funcionais do sistema”;
- *Waterloo, em 1996: Edifícios unifamiliares e multifamiliares - Waterloo (Canadá)* - entre 1995 e 1996, através de um programa de incentivo para substituição de bacias sanitárias, foram substituídas 2.760 unidades por outras de volume de descarga de 6 L. Obteve-se uma redução no consumo de água de 20% em edifícios unifamiliares e uma média de 40% para edifícios multifamiliares;

- *Westat, em 1996/1997: Edifícios multifamiliares - Nova York (EUA)* - entre 1994 e 1996 manteve-se um programa de incentivo para substituição de bacias sanitárias (1,1 milhões de unidades) de 18,9 L por outras com volume de descarga de 6 L. A redução do consumo de água registrada foi de 29%.

Ainda nos Estados Unidos, além destes casos, pode-se citar:

- *BOCK (1993)*: comenta a preocupação das companhias de água e das entidades governamentais do estado da Califórnia com a escassez de água e a mobilização para a redução da demanda de água, que resultou na redação de um memorando sobre conservação, relacionando, entre as principais práticas, a auditoria do uso da água, a distribuição de sistemas de auditoria, a realização de programas de correção de vazamentos, de educação e de informação pública, incentivos financeiros, proibições de usos da água, definição de requisitos para o uso da água em paisagismo, programa de substituição de bacias sanitárias. Em dezembro de 1991, houve a formação do conselho de conservação da água de abastecimento da Califórnia e a adesão de 100 companhias de água ao memorando, que passaram a considerar a conservação como parte do planejamento da expansão dos sistemas de abastecimento de água.
- *PLOESER (1996)*: apresenta diretrizes para implantação da conservação da água em indústrias por parte das companhias de água, que deve ser encarada como mais um serviço ao cliente. Informa que a receptividade das indústrias à conservação depende do preço da água, da questão ambiental, e da estratégia de *marketing* da companhia de água devendo esta expor claramente os benefícios, os riscos, os aspectos técnicos e, principalmente, os econômicos envolvidos. Os principais aspectos citados que diferem da conservação residencial são: o aspecto do retorno econômico em primeiro lugar, o público alvo diferenciado, a tecnologia envolvida e os custos superiores, a maior influência dos aspectos dos usuários, as medidas de conservação mais numerosas, e os baixos custos da água se comparados com outros custos da empresa.

Conclui-se, portanto, que nos Estados Unidos há uma grande preocupação com a eficiência dos equipamentos sanitários o que resulta em empenho no desenvolvimento de novos modelos, mais econômicos. Quanto à pesquisa e divulgação, nos Estados Unidos destacam-se associações e agências como *American Water Works Association (AWWA)* e *United States Environmental Protection Agency (USEPA)*.

Conforme AWWA (1993), temas como paisagismo, avaliação de programas de conservação, estudos de casos, envolvimento dos usuários, planejamento integrado de recursos, conservação industrial e comercial, o valor da água, desenvolvimento de políticas de conservação, parcerias, estratégias e financiamento de programas, reúso, usos específicos, tarifas, informação pública, seca, irrigação e agricultura, educação, tecnologias de conservação, etc. eram os mais discutidas no evento *CONSERV*.

Nos últimos anos o *CONSERV* foi substituído pelo *Water Sources Conference & Exposition*, o mais importante evento americano sobre conservação, gerenciamento de recursos e reúso (AWWA, 2004).

3.1.2 Europa

Como experiências, pode-se citar:

- *SHOULER; THOMAS (2000)*: descrevem o projeto em desenvolvimento de especificações de eficiência de uso da água em residências do Reino Unido, com objetivos de investigar a exequibilidade da especificação e da instalação de medidas de uso eficiente da água, avaliar a redução do consumo de água com a sua implantação e determinar a reação dos usuários frente a essas medidas. Isto tornou-se necessário devido ao aumento de demanda e às ocorrências de falta de água. Vale observar que o uso doméstico da água (17,25 milhões de m³) representa 64% do total. Como especificações de equipamentos econômicos, os autores registram 10 L/min para chuveiros, 150 L para banheira (para transbordar), 6 L nominal para bacia sanitária (com sistemas *dual flush*), 5 L/min

para torneira de lavatório. A parte experimental consistiu na comparação entre dois conjuntos de casas similares, com e sem equipamentos economizadores. O monitoramento era feito com hidrômetros de saída pulsada ligados a coletores do tipo *data-loggers* (registrando-se dados a cada 10 s).

Na Europa, destaca-se a atuação do *International Council for Research and Innovation in Building and Construction* ou *Conseil International du Bâtiment*, em sua designação original (CIB) e, em especial, a de uma de suas comissões, a W62 - *Water Supply and Drainage Systems for Buildings*, criada em 1972, conforme expõe GONÇALVES (1997).

A fim de sistematizar os estudos do CIB nas áreas pertinentes à Construção Sustentável, realizados nas últimas duas décadas, mas intensificados nos últimos cinco anos, elaborou-se, conforme versão para o português - a *Agenda 21 para a Construção Sustentável* (CIB, 2000).

Segundo esta publicação, são “poucos os países que já refletiram sobre medidas para administrar o uso da água no que diz respeito a edifícios”. Ela registra ainda que em novos edifícios pode-se melhorar a conservação da água potável e reduzir o esgoto através de equipamentos que economizem água. Em edifícios já existentes, ela cita o gerenciamento da água como meio para melhorar a economia.

Pode-se citar ainda o *World Water Council* (WWC), uma organização internacional dedicada a fortalecer o movimento mundial pela água, que objetiva a gestão aprimorada dos recursos hídricos do mundo (WWC, 2004). O WWC foi estabelecido em Marselha, em 1996, como uma Organização não Governamental (ONG) tendo como missão promover a conscientização e construir um comprometimento político sobre as questões críticas da água em vários níveis, para facilitar conservação, proteção, desenvolvimento, gerenciamento e uso da água em todas as suas dimensões segundo uma base ambientalmente sustentável. O WWC criou os *World Water Fora*, os maiores fóruns mundiais sobre água, que são organizados a cada três anos (Marrocos - 1997, Holanda - 2000 e Japão - 2003).

3.1.3 Ásia

Como experiências podem ser citadas:

- *MURAKAWA et alii (1992)*: relatam a influência da experiência da falta de água sobre o seu uso e sobre a conscientização das pessoas. A pesquisa foi realizada durante e após a seca de 1979 e em 1989. Conclui-se que o impacto da experiência da falta de água tem diminuído com o tempo mas não atingiu patamares pré-seca e que a preocupação de economia é mais presente no grupo que sofreu com a seca.
- *CHENG (2001)*: introduz a política do *Green Building* em Taipé, Taiwan, e relaciona alguns resultados obtidos. Para avaliação de um edifício como *Green Building* são definidas sete categorias: áreas verdes, contenção de água no solo, conservação da água, conservação de energia, emissão de CO₂, redução de gastos com esgoto e lixo. Destas categorias, o consumo de água e de energia são os mais importantes. Na cidade de Taipé, o consumo *per capita* médio é de 400 L/d. O tratamento e transporte da água consomem 0,53 kWh/m³ e a coleta e tratamento de esgotos 0,41 kWh/m³. Mas, o grande consumo reside no aquecimento de água 5,5 kWh/m³. Como formas de reduzir o consumo de água e de energia, o autor define a conscientização dos usuários, o incentivo aos equipamentos economizadores, o reúso e o aproveitamento de águas pluviais, estes últimos dois já inseridos no contexto da conservação de água. Como incentivo ao *Green Building*, criou-se um selo a ser concedido pelo Instituto de Pesquisas Prediais e de Arquitetura do Ministério do Interior. Para ser concedido, há a necessidade de uma economia de água superior a 20% ou a adoção de equipamentos economizadores acima de 80%.
- *MURAKAWA; NISHINA; MIYAYAMA (2001)*: avaliam a mudança no uso da água e a conscientização sobre a economia de água em residências em uma década. As mudanças de quantidade de feriados, do método de preparo da banheira, da frequência de troca de água das banheiras e de uso da máquina de lavar roupa,

foram significativas. No caso de apartamentos, as mudanças ocorreram em função da difusão de duchas em larga escala.

3.2 Experiências nacionais

No Brasil, já em 1986, registrava-se que os programas de economia de água são compostos por diferentes linhas de ação, podendo ser, segundo MONTENEGRO; SILVA (1986) agrupadas em dois blocos:

- *Subsídios para o planejamento*: caracterização da demanda (“um dos pontos chave na formulação de programas de economia de água”) e modelos de análise econômica;
- *Componentes típicos dos programas de economia de água*: “das linhas de ação mais freqüentemente seguidas em programas estrangeiros”, inclui a modificação nos códigos e normas de instalações hidráulicas prediais e seus componentes, detecção e reparo de vazamentos nas instalações prediais de água e no sistema de distribuição de água, micromedição, revisão e adequação da estrutura tarifária, incentivo à adaptação ou substituição de aparelhos e componentes da instalação predial, orientação/regulamentação do uso externo da água, desenvolvimento de projetos para reúso e reciclagem de água servida, preparação de planos de contingência para secas, comunicação social e outros.

Onze anos depois, YOSHIMOTO *et alii* (1997) registram a implantação de Programas de Uso Racional da Água em Edifícios como motivada pela “preocupação com a qualificação e a redução das demandas de água, associadas ao melhor entendimento dos usos finais e ao desenvolvimento de tecnologias que promovam economias através do emprego de produtos mais eficientes”. Entre os benefícios destes programas, os autores citam:

- “a redução do consumo enfocada como alternativa à expansão da oferta, aumentando o número de usuários atendidos;

- a diminuição dos investimentos na captação de água em mananciais cada vez mais distantes das concentrações urbanas;
- a prorrogação da vida útil dos mananciais existentes, ou seja preservando os recursos hídricos disponíveis;
- a diminuição das demandas horárias de água, e na conseqüente otimização dos sistemas - equipamentos e redes - implantados ou a serem implantados;
- a diminuição da geração de esgotos com necessidade de investimentos em redes e estações de tratamento;
- a diminuição da demanda de energia elétrica para operação dos sistemas de abastecimentos, coleta e tratamento de água que tem na matriz energética uma participação de aproximadamente 3%, implicando na otimização e redução dos investimentos na infra-estrutura energética.”

PLOESER (1996) confirma a redução dos custos marginais, que seriam decorrentes da necessidade de expansão dos sistemas (de captação, tratamento e distribuição), como benefício principal da implantação de programas de conservação para as companhias de água.

3.2.1 Programa de Uso Racional da Água (PURA), São Paulo, 1997

Motivada pela lei *Energy Policy Act*, a SABESP deu início ao Programa do Uso Racional da Água na Região Metropolitana de São Paulo (YOSHIMOTO *et alii*, 1997), em 1996, através de convênio entre a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

Em sua etapa inicial, foram contemplados, conforme GONÇALVES (1997):

- Levantamento bibliográfico;
- Medição-piloto do consumo de água e avaliação em função da substituição de equipamentos (em banheiros da SABESP). Objetivava-se também avaliar o desempenho da instrumentação e do sistema de aquisição de dados;

- Ensaios para determinação de curvas características de aparelhos sanitários (simulação de diferentes situações de operação);
- Programas de substituição de equipamentos em diferentes tipos de edifícios, realizados sob forma de estudos de caso - escolas (Vera Cruz), escritórios (Condomínio São Luís) e institucionais (Palácio dos Bandeirantes).

O Programa foi então denominado Programa de Uso Racional da Água em Edifícios (PURA) e estruturado, conforme proposto, em seis macroprojetos (YOSHIMOTO *et alii*, 1997):

- **Projeto 1 - Banco de Dados de Tecnologias, Documentação Técnica e Estudos de Casos:** segundo YOSHIMOTO *et alii* (1997), com o objetivo de viabilizar a divulgação nacional e internacional (pesquisadores, projetistas, fabricantes, concessionárias e órgãos públicos, entre outros) seriam dispostas informações através de página exclusiva na *Internet*. As informações disponibilizadas incluiriam (GONÇALVES, 1997): tecnologias de produtos e processos, leis e regulamentos, normas técnicas nacionais e internacionais, trabalhos técnicos e fichas técnicas de estudos de caso de implantação de programas de economia de água em edifícios.
- **Projeto 2 - Laboratório Institucional do Programa de Uso Racional da Água (LIPURA):** entendido como uma rede nacional de laboratórios credenciados de padrão internacional (IPT e Laboratório de Sistemas Prediais da EPUSP como referências), este projeto envolve o gerenciamento dos laboratórios da rede, promovendo “a implantação de programas interlaboratoriais e a melhoria dos equipamentos, dos procedimentos e dos recursos humanos” (GONÇALVES, 1997). Entre os aspectos contemplados por suas atividades, destacam-se, de acordo com YOSHIMOTO *et alii* (1997): metodologia de ensaio, procedimentos de amostragem, programas de ensaios, tipologia de documentos emitidos, forma de relatórios emitidos, e programas interlaboratoriais e de auditoria da qualidade dos laboratórios da rede.

- **Projeto 3 - Programa de Avaliação e Adequação de Tecnologias (PAAT):** este projeto foi criado para controlar os produtos e processos empregados nos sistemas hidráulicos prediais de maneira a impedir que os considerados tecnologicamente insatisfatórios permaneçam no mercado. Para atingir seus objetivos, o PAAT inclui a prospecção de novas tecnologias, a adequação e avaliação de produtos e processos e sistemas de homologação. YOSHIMOTO *et alii* (1997) salientam que “Todo este processo é realizado tendo-se em vista a redução do consumo de água, mas sem o prejuízo do conforto e da segurança”.
- **Projeto 4 - Caracterização da Demanda e Impacto das Ações de Economia no Setor Habitacional:** YOSHIMOTO *et alii* (1997) apontam a caracterização da demanda como um dos principais subsídios para o planejamento de programas. Segundo os autores, para definir as variações de consumo, há necessidade de contextualização física e socioeconômica, pois elas não são retratadas por projeções de demanda (valores de consumo *per capita* normalizados combinados a projeções demográficas). Este programa objetiva, portanto, estabelecer parâmetros de usos finais da água, por meio de programas de medição de campo e avaliar técnica e economicamente a implantação de programas de substituição em grande escala de equipamentos convencionais por economizadores (GONÇALVES, 1997).
- **Projeto 5 - Documentação Relacionada a Leis, Regulamentos e Programas Setoriais da Qualidade:** YOSHIMOTO *et alii* (1997) definem como a principal atividade deste projeto a elaboração de documentação base para a implementação de Programas Setoriais de Garantia da Qualidade. De modo a aumentar a confiabilidade na eficácia de sistemas e componentes economizadores de água estariam envolvidos representantes de toda a cadeia produtiva (da matéria-prima aos consumidores).
- **Projeto 6 - Programas Específicos de Economia de Água em Diferentes Tipos de Edifícios (não habitacionais):** YOSHIMOTO *et alii* (1997) apresentam, por fim, o sexto macroprojeto do PURA, cujo objetivo é verificar a redução do

consumo de água através da implementação de ações como “detecção e correção de vazamentos de rede externas e internas, correção de vazamentos em pontos de utilização, substituição de equipamentos convencionais por economizadores, e ainda, caracterização de hábitos e racionalização das atividades que consomem água”.

Em 1997, no âmbito deste macroprojeto (ou macroprograma), foram realizados três estudos de caso em São Paulo, denominados respectivamente PURA-EE (duas escolas estaduais - uma de primeiro grau e outra de segundo), PURA-DP (uma delegacia), PURA-HC (Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo).

Neste mesmo ano, foram iniciados os estudos para aplicação do Programa no *campus* da Universidade de São Paulo - Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO) - como estudo de caso em *campi* universitários, dando início ao Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP).

Dois destes estudos de caso (PURA-EE e PURA-HC) foram apresentados por OLIVEIRA (1999):

- *Escola estadual de primeiro e segundo graus Fernão Dias Paes (PURA-EE), São Paulo, 1997/1998*: conforme OLIVEIRA (1999), o impacto, em termos de consumo diário por aluno, foi uma redução de 94% após a correção de vazamentos e de 8,9% após a substituição de torneiras convencionais por hidromecânicas, sendo de 95% o total no sistema após a implementação do PURA-EE.
- *Hospital Instituto do Coração (PURA-InCor), São Paulo, 1997/1998*: inserido no contexto do PURA-HC, este Programa contemplou um “hospital-escola, ou seja, difere dos demais sistemas de mesma tipologia em função das atividades acadêmicas e de pesquisas”, com população total (fixa e flutuante) de cerca de 5.000 usuários e cozinha industrial para 2.000 refeições diárias. Quanto aos

resultados, a autora registra ainda, em termos de consumo diário por leito, uma redução de 28,4% do consumo médio mensal de água, na primeira etapa do PURA-InCor e 15,3% na segunda etapa (substituição de componentes convencionais por economizadores de água), totalizando 39,3%.

Entre as conclusões da autora, pode-se citar:

- A importância fundamental da abordagem sistêmica ao problema, conhecendo-se os sistemas através do levantamento de suas características físicas e funcionais. Desta forma é possível um diagnóstico mais preciso e um planejamento de ações mais adequadas;
- A correção de vazamentos foi a ação que provocou o maior impacto, o que denota a importância do controle permanente de desperdícios e a correção imediata do problema (vazamentos);
- A importância da adequação de procedimentos, por parte dos usuários, no desenvolvimento de suas atividades;
- As reduções de consumo obtidas variaram em função das condições físicas e funcionais do edifício. Portanto, tem-se uma noção de grandeza dos valores possíveis e não uma precisão elevada a ser generalizada a todos os casos;
- Os componentes economizadores que não dispõem de reguladores de vazão, podem apresentar consumo superior aos convencionais. Por isso, a necessidade de proposição nas normas de valores de vazão mínima e máxima.

Além destes dois estudos de caso, a autora registra outros dois (TESIS, 1998 *apud* OLIVEIRA, 1999):

- *Cozinha industrial de fábrica, São Paulo, 1998*: foram adotadas como medidas a correção de vazamentos e a substituição de torneiras por hidromecânicas, de registros para válvulas hidromecânicas (em mictórios e em parte dos chuveiros), das bacias por modelos VDR e de misturadores de pia por monocomandos. Obteve-se uma redução de 12,41% após a correção de vazamentos e mais 12,23% após a substituição dos componentes.

- *Cozinha industrial de bar e restaurante, São Paulo, 1998*: foram substituídas torneiras convencionais por algumas eletrônicas e outras hidromecânicas, registros para válvulas eletrônicas em mictórios, bacias convencionais por modelos VDR e misturadores de pia por monocomando. A substituição dos componentes (exceto as bacias) ocasionou uma redução de 21,82%, acrescida de 5,83% após a substituição das bacias.

3.2.2 Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), Brasil, 1998

A seguir faz-se um resumo do PNCDA, conforme informações obtidas em SILVA; CONEJO; GONÇALVES (1998).

Em 1986 foi realizado o *Seminário Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público*, incluindo entre organizadores e colaboradores, a Secretaria de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (MDU), o Banco Nacional da Habitação (BNH), o IPT, a USP, a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) e a Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento (ASFAMAS), além de outras entidades do Setor de Saneamento, sistematizando uma antiga demanda deste, “delineada desde início de década de 1980”. O fechamento do BNH, assim como o “desgaste da organização institucional do saneamento básico no nível federal”, frustrou o objetivo desta articulação, mas não impediu algumas iniciativas especialmente na áreas de desenvolvimento de componentes de baixo consumo de água. Estas iniciativas foram viabilizadas através de parcerias entre instituições de pesquisa e fabricantes dos equipamentos sanitários.

Em 1994, evidenciou-se a necessidade de incorporação em âmbito federal da coordenação de políticas e programas voltados à conservação e ao uso racional da água.

Finalmente, em 1997, atendendo à demanda do Setor de Saneamento, o Ministério do Planejamento e Orçamento instituiu, na esfera federal, um programa de conservação e uso racional da água de abastecimento público.

O objetivo geral do PNCDa é “promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas”. Mas, como instrumento da Política Nacional de Saneamento, o PNCDa subordina-se ao seu objetivo geral - a universalização do acesso aos serviços: “Não se trata simplesmente de ações voltadas à melhoria de eficiência econômica dos serviços, mas à recuperação de vazões em benefício da universalização”.

Além deste objetivo geral, o PNCDa apresenta objetivos específicos, entre os quais:

- Promover a produção de informações técnicas confiáveis sobre oferta, demanda e eficiência no uso da água e o desenvolvimento tecnológico de componentes e equipamentos de baixo consumo de água;
- Apoiar o planejamento de ações integradas de conservação e uso racional da água (em sistemas municipais, metropolitanos e regionais), o manejo de cadastros técnicos e operacionais (reduzir volumes não faturados), a melhoria operacional voltada à redução de perdas físicas e não físicas, e os programas de gestão da Qualidade aplicados a produtos e processos relacionados ao tema.

Na sequência, foram firmados protocolos de cooperação com entidades civis, assim como um convênio com a Fundação para Pesquisa Ambiental (FUPAM), vinculada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP (FAU), para a elaboração de Documentos Técnicos de Apoio (DTAs) ao Programa, especialmente nas áreas de “planejamento das ações de conservação, de tecnologia dos sistemas públicos de abastecimento de água e de tecnologia dos sistemas prediais de água e esgoto”.

Durante as Fases I (1997) e II (1998 e 1999) do PNCDa, demonstrando “uma visão mais ampla de combate ao desperdício, segundo a qual o objetivo de maior eficiência

no uso da água é buscado em todas as fases de seu ciclo de utilização, desde a captação até o consumo final”, foram elaborados os seguintes DTAs, segundo suas três grandes áreas de atuação:

- *Planejamento, Gestão e Articulação Institucional das Ações de Conservação e Uso Racional da Água (Série A), e Gerenciamento da Demanda (Série B):*
 - Série A - Apresentação do Programa, Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento, Caracterização da Demanda Urbana de Água, Bibliografia Anotada;
 - Série B - Elementos de Análise Econômica (Predial), Campanhas de Educação Pública, Medidas de Racionalização em Grandes Consumidores;
- *Conservação nos Sistemas Públicos - Diretrizes Gerais (Série C) e Diretrizes Específicas (Série D):*
 - Série C - Recomendações Gerais e Normas de Referência, Panorama dos Sistemas no País, Elementos para Planejamento;
 - Série D - Controle de Pressão na Rede, Macromedição, Micromedição, Redução de Perdas e Tratamento de Lodo em Estação de Tratamento de Água;
- *Conservação nos Sistemas Prediais - Diretrizes Gerais (Série E) e Diretrizes Específicas (Série F):*
 - Série E - Caracterização/Monitoramento do Consumo, Normalização/Qualidade;
 - Série F - Tecnologias Poupadoras, Produtos Poupadores: Fichas Técnicas, Códigos Prática (roteiro) Instalações AF/AQ, Códigos Prática (roteiro) Ramais Prediais.

A partir da emissão dos DTAs, os esforços estariam concentrados na viabilização dos planos regionais e locais, envolvendo experiências piloto, seminários regionais e consolidação das diretrizes para os planos regionais e locais (com base no piloto).

Quanto à estruturação institucional das ações, esta considerou as opiniões do interesse público, da concessionária e do consumidor, prevendo-se um avanço substancial na integração entre os “objetivos de conservação no uso urbano com o planejamento de aproveitamentos múltiplos dos recursos hídricos”, mediante articulação institucional adequada.

Entre as medidas que compõem o apoio técnico, incluem-se “Produção de informações operacionais, Previsão de demanda, Gestão integrada de recursos, Gestão da demanda residencial e não residencial, Manejo de cadastros, Macromedição e micromedição, Controle de pressão e vazamentos na rede, Redução do consumo operacional, Sistemas prediais - aparelhos, Sistemas prediais - gestão da qualidade”.

SILVA; CONEJO; GONÇALVES (1998) apresentam ainda que as medidas de conservação e uso racional da água podem ser classificadas quanto a sua função (estrutural ou não), seu caráter (ativa ou passiva), seu grupo de interesse (gestão da oferta ou da demanda), e inserção no ciclo da água (conservação de água bruta na bacia, no sistema público de abastecimento ou nos sistemas prediais).

O PNCDa conta, portanto, com instrumentos de apoio ao desenvolvimento institucional (Diretrizes para desenvolvimento de Planos de Combate ao Desperdício de Água e Apoio à operação do sistema de informações em rede - página do PNCDa) e de aprofundamento tecnológico (DTAs e Códigos de Prática), além de apoio a cursos básicos e de aprofundamento.

Por fim, os autores apresentam o critério de progressividade das ações de conservação e uso racional da água, proposto pela *Environmental Protection Agency* (EPA), devendo este critério ser aplicado conforme a complexidade dos problemas a enfrentar e o estágio de progresso já atingido pelo sistema.

O critério de progressividade proposto pela EPA está associado ao porte dos sistemas, mas, no caso do Brasil, a complexidade do sistema urbano-ambiental e a

sua capacidade de absorver os benefícios potenciais de medidas mais sofisticadas são mais importantes. Para definir esta capacidade de absorção deve-se observar tanto o custo marginal das novas vazões ofertadas como o pleno e eficaz emprego das medidas menos sofisticadas que antecedem a mais sofisticada de mesma natureza.

3.2.3 Conservação de água da cidade de Santo André, Santo André, 1999

ALVES *et alii* (1999) apresentam a conservação de água da cidade de Santo André, que objetiva a diminuição das perdas físicas e não físicas nos sistemas públicos e nas edificações; o aumento da eficiência do uso da água; a diminuição de seu custo nos processos de produção industrial, em residências e em outros usos; a conscientização das pessoas sobre a importância da água e da necessidade de promover seu uso racional; o desenvolvimento de políticas de promoção ao uso racional. Como linhas de ação foram adotadas o estabelecimento de conceitos, terminologias, e objetivos a serem divulgados; a divulgação do programa; a criação de um centro de referência do programa (onde cursos serão ministrados); o desenvolvimento de técnicas de detecção de vazamentos em redes e reservatórios; a adoção de válvulas redutoras de pressão (VRPs); e a redução de consumo em sistemas prediais através de ações tecnológicas e comportamentais.

3.2.4 Programa de Conservação de Água da Universidade Estadual de Campinas (PRÓ-ÁGUA), Campinas, 2000

NUNES (2000) relata a aplicação do PRÓ-ÁGUA em edifícios do *campus* da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), situado no Distrito de Barão Geraldo, em Campinas. O *campus*, que possui uma área de 2.447.097 m², é freqüentado por aproximadamente 30.000 pessoas por dia e apresentava um consumo mensal médio de água de 96.698 m³.

Como conclusão de seu estudo, concentrado em 19 edificações das 250 existentes no *campus*, NUNES (2000) destaca:

- Significativo impacto de redução do consumo mensal, de 10% a 87,5%, sendo a eliminação dos vazamentos a responsável pela maior parte desta redução;
- Porcentagens de vazamentos de 14% a 38%, o que denota a necessidade de uma rotina de manutenção preventiva. A autora acrescenta a necessidade de rápida atuação no caso de vazamentos;
- Elevada aceitação dos equipamentos economizadores por parte dos usuários, registrando-se cerca de 88% para lavatório e 95% para mictórios.

3.2.5 Programa de Racionalização do Uso da Água da Universidade Federal de São Carlos (PRUA-UFSCar), São Carlos, 2001

NUSIHP (2004) relata, no contexto do PRUA-UFSCar, que apesar das dimensões do *campus* da Universidade apontarem para um grande potencial de aplicação de um programa de uso racional da água, em reunião com a Prefeitura do *campus* concluiu-se que, se for considerado o baixo valor pago pela água, medidas como a aquisição de equipamentos sanitários não são financeiramente vantajosas.

Mas, o autor ressalta que não se trata apenas de um desperdício financeiro, mas sim de um desperdício da própria água e que reduzir o consumo de água de forma racional, além de preservar os mananciais, diminui a geração de esgotos e conseqüentemente os gastos com seu tratamento.

As possíveis ações elencadas vão desde as sociais (campanhas de conscientização dos usuários e do pessoal de limpeza) até a implantação de ações tecnológicas, tendo sido realizadas até o momento atividades como o cadastramento dos pontos de consumo e das perdas visíveis, o estudo da relação entre os diâmetros dos hidrômetros e dos alimentadores prediais, desenvolvimento de um banco de dados para auxiliar no reparo de manutenção dos pontos de consumo, realização de palestras e a fixação de cartazes.

O cadastramento dos pontos revelou como grande consumidor de água do *campus* o Departamento de Ciências Biológicas, responsável por cerca de 10% do consumo

total. Corroboram com este elevado consumo pesquisas que demandam continuamente grandes quantidades de água, quer seja pelo uso de tanques de água, quer seja pelo uso de equipamentos como destiladores, bombas a vácuo, entre outros. Apesar do desconforto em relação a estas perdas, o autor registra que os usuários dos laboratórios não implantaram internamente nenhuma medida de racionalização do uso da água.

4 USO RACIONAL DA ÁGUA - PROGRAMAS DA QUALIDADE, LEGISLAÇÕES, PRÁTICAS DA SOCIEDADE CIVIL E GRUPOS DE TRABALHO

Além das práticas, programas e estudos de caso anteriormente citados, merecem destaque ainda os trabalhos desenvolvidos pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), os progressos nas legislações e nas iniciativas inseridas no contexto da sociedade civil, e os trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho de Sistemas Prediais (GT-SP) da Associação Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC).

4.1 Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)

Conforme MINISTÉRIO DAS CIDADES (2004), através de Portaria nº 134, de 18 de dezembro de 1998, do Ministério do Planejamento e Orçamento, foi instituído o PBQP-H, que “tem o objetivo básico de apoiar o esforço brasileiro de modernidade e promover a qualidade e produtividade do setor da construção habitacional, com vistas a aumentar a competitividade de bens e serviços por ele produzidos”.

Para tanto, o PBQP-H conta atualmente com doze projetos, sendo um deles o de Qualidade de Materiais e Componentes. Este projeto apresentava como Meta Mobilizadora Nacional da Habitação, no período de 1998 a 2002, “Elevar para 90%, até o ano 2002, o percentual médio de conformidade com as normas técnicas dos produtos que compõem a cesta básica de materiais de construção” (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Para tanto, este projeto contava com o apoio de Programas Setoriais da Qualidade (PSQs), com destaque para o Programa Setorial da Qualidade dos Tubos e Conexões de PVC para Sistemas Hidráulicos Prediais, o de Metais Sanitários e Aparelhos Economizadores de Água e o de Louças Sanitárias para Sistemas Prediais.

4.2 Legislações

SCHERER (2003) destaca algumas referências de ações de ordem normativa e legislativa tomadas por iniciativa de alguns municípios brasileiros, tais como a obrigatoriedade de instalação de equipamentos economizadores de água nas edificações públicas e privadas (não-residenciais) a serem edificadas ou, em alguns casos as já edificadas. Neste contexto, o autor cita a Lei Complementar nº 45 - Joinville (SC), em 1997, a Lei Complementar nº 22 - Campo Grande (MS), em 1999, a Lei Complementar nº 60 - Florianópolis (SC), em 2000, e a Lei Ordinária nº 2.616 - Brasília (DF), em 2000.

Em São Paulo, destacam-se os Decretos nº 45.805, de 15 de maio de 2001 e nº 48.138, de 07 de outubro de 2003.

DOE (2001) apresenta o Decreto nº 45.805, que “Institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável e dá providências correlatas” no Estado de São Paulo. Este decreto obriga os órgãos e entidades ligados direta ou indiretamente ao Governo do Estado a “tomar medidas imediatas para redução de 20% do consumo de água potável de suas instalações, tendo como referência a média mensal do consumo a ser homologada pelo Conselho de Orientação do Programa de Uso Racional de Água Potável”. Ele institui também que, “Na aquisição de novos equipamentos e metais hidráulicos/sanitários o bem a ser adquirido deverá apresentar o melhor desempenho sob o ponto de vista de eficiência na conservação e redução do consumo da água potável”.

Finalmente, o Decreto nº 48.138, segundo DOE (2003), “Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo”. O Decreto trata, entre outros, da lavagem de ruas e praças (proibição da utilização de água potável e indicado o uso de água de reúso ou de outras fontes); de calçadas, pisos frios e áreas de lazer (indicação de utilização de baldes, panos molhados, etc.); de parques, gramado e jardins (dispõe sobre a horários de rega e sistema de aspersão); de viaturas (realização sempre interna e com utilização de “balde ou

esguicho disposto de sistema de fechamento”); e, por fim, lavagem de reservatórios (adoção de procedimentos econômicos em sua limpeza e desinfecção). O Decreto obriga que, num prazo de dez dias, seja realizada pesquisa de vazamentos e a substituição e/ou conserto de tubulações, torneiras, entre outros. Quando não for possível o conserto, o Decreto orienta o fechamento dos registros. O Decreto define ainda que compete à Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento a responsabilidade de fiscalizar e aos controladores de cada unidade a “realização dos procedimentos de redução de consumo e verificação de vazamentos”, sendo eles “capacitados, para melhor desenvolverem esta função, por meio de cursos gratuitos de pesquisa de vazamentos e de uso racional da água”.

Como mais recente medida do Governo de São Paulo, face ao risco eminente de racionamento, a SABESP lançou, em março de 2004, o Programa de Incentivo à Redução de Consumo de Água, com duração prevista de seis meses. Os consumidores que atingirem a meta de 20% de redução do consumo, ganhariam como bônus a redução de 20% da tarifa de fornecimento de água e da coleta de esgotos. Ressalta-se, porém, que medidas como essas são eficazes apenas enquanto o Programa for mantido, caso não seja realizada uma firme campanha de conscientização. A busca pela mudança de comportamento, principalmente através da educação, deve ser constante.

4.3 Iniciativas da sociedade civil

4.3.1 Organização não Governamental Água e Cidade

Na esfera das organizações da sociedade civil, destaca-se a experiência da Organização não Governamental (ONG) Água e Cidade, que desde 2000 promove o Prêmio Água e Cidade, concedido às melhores práticas de uso racional da água. Durante o ano, são ministrados cursos para gestores da água (pessoas que inseridas em suas instituições trabalham em prol da economia de água) e cursos para examinadores externos (pessoas que farão visitas às entidades candidatas para verificar, em campo, as ações implementadas pelas mesmas).

As entidades interessadas em participar do prêmio enviam como proposta de candidatura uma auto-avaliação acerca do comprometimento da entidade com o uso racional da água baseada em oito aspectos: Planejamento e Coordenação, Infra-estrutura e Organização, Mobilização e Sensibilização, Procedimento, Tecnologia, Manutenção e Atualização, Controle e Gerenciamento, e Resultados.

Com base nesta auto-avaliação, questionários e nas informações verificadas pelos examinadores externos é realizada, por uma banca de juízes, a escolha da melhor prática do ano.

4.3.2 Outras iniciativas

Como exemplo de outras iniciativas, em março de 2004, o Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo (SECOVI - SP) e a SABESP firmaram um convênio que cria um grupo de trabalho para definir e implantar Programas de uso racional da água (incluindo campanhas com cursos, palestras e outros eventos) e Programas de hidrometração individualizada em condomínios (SECOVI, 2004).

4.4 Grupo de Trabalho de Sistemas Prediais (GT-SP)

Este grupo vem se reunindo, através de *workshops*, desde 2002 (GT-SP, 2003), a fim de trocar informações e experiências entre pesquisadores acadêmicos e da iniciativa privada na área de conservação de água. Conforme apresentado, índices de consumo são necessários para a avaliação do potencial de conservação de água nos edifícios a partir da comparação com edificações similares. Mas há necessidade de levantamento de índices brasileiros, uma vez que os valores atualmente disponíveis são antigos e geralmente obtidos em referências de outros países, cujos hábitos dos usuários são bastante diferenciados.

Este grupo propôs o emprego de uma metodologia padrão para o desenvolvimento de pesquisas na área de conservação de água em edifícios, de modo a permitir a

comparação e extrapolação dos dados obtidos ao longo de todo o país. Este grupo de pesquisa objetiva também a criação de um banco de dados com as informações sobre patologias dos sistemas prediais, índices de consumo de água em diferentes tipologias de edifícios e os impactos obtidos com o emprego de tecnologias economizadoras.

Vale ressaltar que grande parte dos desenvolvimentos brasileiros nas áreas de uso racional da água e de conservação da água tem ocorrido no âmbito deste Grupo de Trabalho, composto por professores, pesquisadores e profissionais da iniciativa privada.

LISTA DE REFERÊNCIAS

ABAS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. São Paulo, 2002. **Sabesp quer aumentar consumo de água de reúso**. Disponível em: <<http://www.abas.org/clipping/anteriores/0015.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2004.

ALONSO, L.R. Controle e desenvolvimento Operacional. Ações da Sabesp na Região Metropolitana de São Paulo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, Brasil, out. 1986. **Anais**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986. p.99-130.

ALVES, W.; et alli. Water conservation in Brazil: The Santo Andre city case. In: 25TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Edinburgh, Scotland, 1999. **Anais**. Edinburgh, Scotland. 1999. 12p.

AWWA - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. 2004. **Apresenta o 2004 Water Sources Conference and Exposition**. AWWA. Disponível em: <<http://www.awwa.org/conferences/sources>>. Acesso em: 10 jan. 2004.

_____. Conservation. **Journal AWWA**, p.55, Aug. 1993.

AZEVEDO, L.G.T.; BALTAR, A.M.; FREITAS, P. A Experiência Internacional. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água**. São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.19-27.

BERNARD, A. 01 de out. 2002. **A Experiência Francesa de Gestão de Recursos Hídricos é Relevante para o Marco Brasileiro?** Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/estudos/doc/manual.zip>>. Acesso em: 22 dez. 2003.

BOCK, R. California Consortium Finds Consensus. **Journal AWWA**, p.10, Aug. 1993.

CHENG, C.L. The evaluation of water conservation for green building in Taiwan. In: 27TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Portoroz, Slovenia, 2001. **Anais**. Portoroz, Slovenia. 2001. 10p.

CIB - INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. CIB - **Agenda 21 para a construção sustentável**. São Paulo, 2000. 131p. (Tradução do Relatório CIB - Publicação 237).

CONEJO, J.G.L. O Sistema Paulista de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a Cobrança pelo Uso da Água. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água**. São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.127-134.

CONEJO, J.G.L; et alii. **Programa Nacional de Combate aos Desperdícios e Tecnologias dos Sistemas Públicos de Abastecimento de Água**. São Paulo: dez. 1997. (Relatório do PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água).

DIOGO, A. São Paulo, 2002. **Lei Municipal Nº 13.276**. (Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m²) Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br>>. Acesso em: 17 jan. 2004.

DOE - DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. São Paulo, 2001. **Decreto nº 45.805 - Institui o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável e dá providências correlatas**. Imprensa Oficial. Disponível em: <<http://www.imprensaoficial.com.br>>. Acesso em: 17 jan. 2004.

_____. São Paulo, 2003. **Decreto nº 48.138 - Institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso da água no âmbito do Estado de São Paulo**. Imprensa Oficial. Disponível em: <<http://www.imprensaoficial.com.br>>. Acesso em: 17 jan. 2004.

FEATHERSTONE, J. Conservation in the Delaware River Basin. **Journal AWWA**, p.42-51, jan. 1996.

GARRIDO, R. Considerações sobre a Formação de Preços para a Cobrança pelo Uso da Água no Brasil. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água**. São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.57-91.

GONÇALVES, O.M. **Contribuições para a economia e qualidade dos sistemas prediais**. São Paulo, 1997. Concurso de Livre-Docência Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

_____. **Estágio atual dos estudos de Conservação de Água**. São Paulo, Escola Politécnica, 25 de jun. 2003. / Palestra proferida por ocasião do II Encontro Sobre Conservação de Água nos Edifícios /

GRIGGS, J.C.; SHOULER, M.C. An examination of water conservation measures. In: 21ST CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Brighton, England, 1994. **Anais**. Brighton, England. 1994. 17p.

GT-SP - GRUPO DE TRABALHO DE SISTEMAS PREDIAIS. **Metodologia Modelo para o Desenvolvimento de Programas de Conservação de Água nos Edifícios**. Trabalho apresentado ao II Encontro Sobre Conservação de Água nos Edifícios, São Paulo, 2003. Não Publicado.

HESPANHOL, I. Esgotos como recurso hídrico. **Engenharia**, São Paulo, nº 523, p.45-58, 1997.

INSTITUTO DE ENGENHARIA. São Paulo, 2003. **Abastecimento de Água na Macro-Região de São Paulo - Perspectivas a Curto, Médio e Longo Prazos.** INSTITUTO DE ENGENHARIA. Disponível em: <<http://www.ie.org.br/agua/integra.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2004.

KELMAN, J. Outorga e a Cobrança de Recursos Hídricos. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água.** São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.93-113.

LANT, C.L. The Social Acceptability of Water Conservation in Springfield, Ill. **Journal AWWA**, p.85-89, Aug. 1993.

LEAL, U. Água por um fio. **Téchne**, nº 48, p.38-46, set/out 2000.

MARTI, X.; TOMÁS, J.; ALAVEDRA, P. Sustainable Water Management in Buildings in Catalonia. In: 29TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Ankara, Turkey, 2003. **Anais.** Ankara, Turkey. 2003. 12p.

MARTINEZ Jr., F. Princípio Usuário Pagador e Desenvolvimento Sustentável. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água.** São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.115-124.

MEIRELLES, J.C.S. Certificação da Qualidade da Água, Insumo Fundamental na Agropecuária. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água.** São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.193-196.

MEJIA, A. Introdução. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água.** São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.9.

MEJIA, A.; GAMBRILL, M.; PINI, P.D. A Eficiência da Indústria da Água no Brasil: Principais Questões e Recomendações. In: THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água.** São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p.237-247.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Brasília, 2004. **Institui o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional - PBQP-H.** Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/apresentacao/portaria_do_pbqph.htm>. Acesso em: 30 jan. 2004.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Brasília, 2004. **Agenda 21. Capítulo 18. Proteção da qualidade e do abastecimento de recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/index.cfm>>. Acesso em: 12 jan. 2004.

MONTENEGRO, M.H.F.; SILVA, R.T. Economia de água: quadro de necessidades e linhas de ação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, Brasil, out. 1986. **Anais**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986. p.7-26.

MURAKAWA, S.; et alii. The water usage and the consciousness of the dwellers in houses influenced by the experience of drought. In: 19TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Washington, USA, 1992. **Anais**. Washington, USA. 1992. 14p.

MURAKAWA, S.; NISHINA, D.; MIYAYAMA, H. The changes of water usage and consciousness of saving water for one decade in houses. In: 27TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Portoroz, Slovenia, 2003. **Anais**. Portoroz, Slovenia. 2001. 11p.

NUNES, S.S. **Estudo da Conservação de água em Edifícios Localizados no Campus da Universidade Estadual de Campinas**. Campinas, 2000. 133p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

NUSIHP - NÚCLEO DE SISTEMAS HIDRÁULICO PREDIAIS. São Carlos, 2004. Apresenta o PRUA – Programa Racionalização do Uso da Água na UFSCar. Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <<http://www.deciv.ufscar.br/nusihp/prua/frame.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2004.

O BANCO MUNDIAL. 2004. Água para o desenvolvimento - Água para o povo. Disponível em: <http://www.obancomundial.org/content/_downloadglobe.php?code_globe=1014>. Acesso em: 12 jan. 2004.

OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional da Água em Edifícios**. São Paulo, 1999. 344p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PLOESER, J.H. Conservation and the industrial customer. **Journal AWWA**, p.64-69, Jan. 1996.

PORTO, R.L. São Paulo, 2003. **Abastecimento da Macro Região de São Paulo - Perspectivas a Curto e Médio Prazos. Mananciais Superficiais**. INSTITUTO DE ENGENHARIA. Disponível em: <<http://www.ie.org.br/agua/RubemPorto.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2004.

REBOUÇAS, A.C. Água Doce no Brasil e no Mundo (cap. 1). In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (organizadores). Instituto de Estudos Avançados da USP e Academia Brasileira de Ciências. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 1999a. p.1-37.

_____. Águas Subterrâneas (cap. 4). In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (organizadores). Instituto de Estudos Avançados da USP e Academia Brasileira de Ciências. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 1999b. p.117-150.

ROCHA, A.L; MONTENEGRO, M.H.F. **Conservação de água no uso doméstico: esforço brasileiro**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, Brasil, out. 1986. **Anais**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986. p.289-315.

SALATI, E.; LEMOS, H.M.; SALATI, E. Água e o Desenvolvimento Sustentável (cap. 2). In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (organizadores). Instituto de Estudos Avançados da USP e Academia Brasileira de Ciências. **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 1999. p.39-63.

SCHERER, F.A. **Uso Racional da Água em Escolas Públicas: Diretrizes para Secretarias de Educação**. São Paulo, 2003. 256p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SECOVI-SP - SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS DE SÃO PAULO. São Paulo, 2004. **Secovi-SP e Sabesp firmam parceria pela redução do consumo de água** (Apresenta os termos da parceria e o Protocolo de Intenções Nº 029/04). Disponível em: <http://www.secovi.com.br/noticias/mostra_noticia.php?cont_id=512>. Acesso em: 11 jun. 2004.

SETTI, A.A.; et alii. Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos. 2ª edição. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 207p.

SHOULER, M.; THOMAS, F. Water efficient housing in the UK. In: 26TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Rio de Janeiro, Brazil, 2000. **Anais**. Rio de Janeiro, Brazil. 2000. 10p.

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

SILVA Jr. Brasília, 2002. Manual Consumo Sustentável ÁGUA. Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/estudos/doc/manual.zip>>. Acesso em: 12 jan. 2004.

SOLMAZ, S.K.A.; USTUN, G.E.; FAKI, A. Losses in Drinking Water Distribution Systems: Example of Bursa, Turkey. In: 29TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Ankara, Turkey, 2003. **Anais**. Ankara, Turkey. 2003. 14p.

SRH/MMA - SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Águas subterrâneas e a legislação de recursos hídricos.** Brasília, 2001. /Palestra proferida pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente/. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/pas/aguassub/doc/palestracas.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2003.

STALLWORTH, H. Washington, USA, 2000. **Conservation Pricing of Water and Wastewater.** USEPA - United States Environmental Protection Agency. Disponível em: <<http://www.epa.gov/owm/pdfs/water7.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2001.

TAVARES, B. Água de reúso para limpar ruas da cidade. Jornal da Tarde, São Paulo, 25 de out. 2003. Disponível em: <<http://www.txt.jt.com.br/editorias/2003/10/25/ger024.html>>. Acesso em: 27 jan. 2004.

TELLES, D.D. Água na Agricultura e na Pecuária (cap. 9). In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (organizadores). Instituto de Estudos Avançados da USP e Academia Brasileira de Ciências. **Águas doces no Brasil.** São Paulo: Escrituras, 1999. p.305-338.

THAME, A.C.M. (Organizador). **A Cobrança pelo Uso da Água.** São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. 256p.

TUCCI, C.E.M. Água no Meio Urbano (cap. 14). In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (organizadores). Instituto de Estudos Avançados da USP e Academia Brasileira de Ciências. **Águas doces no Brasil.** São Paulo: Escrituras, 1999. p.475-508.

UNESCO - UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. 2004. **World Water Resources at the Beginning of the 21ST Century.** (Apresenta a disponibilidade de recursos hídricos no mundo) Disponível em: <<http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/summary.html>>. Acesso em: 08 mar. 2004.

WWC - WORLD WATER COUNCIL. Marseille, 2004. **Apresenta as atividades e os objetivos do WWC e os Fóruns Mundiais da Água.** WWC. Disponível em: <<http://www.worldwatercouncil.org/about.shtml>>. Acesso em: 11 jan. 2004.

YOSHIMOTO, P.M. São Paulo, 2003. **Abastecimento de Água na Macro-Região de São Paulo - Perspectivas a Curto, Médio e Longo Prazos. Consumos e quotas per capita. Perdas. Necessidades de água das bacias vizinhas.** INSTITUTO DE ENGENHARIA. Disponível em: <<http://www.ie.org.br/Yashimoto2.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2004.

YOSHIMOTO, P.M.; et alli. Uso racional da água: programa de economia de água em edifícios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, Rio de Janeiro, Brasil, 1997. **Anais.** Rio de Janeiro: ABES, 1997. p.1296-1307. 1 CD-ROM.

APÊNDICE II - EQUIPAMENTOS SANITÁRIOS ECONOMIZADORES

1 TORNEIRAS DE LAVATÓRIO

Conforme ROCHA; MONTENEGRO (1986), em termos de conservação de água, os parâmetros que interessam no funcionamento das torneiras são o tempo de duração de uso, a vazão e a forma do jato, relacionando-se estes com o grau de satisfação do usuário. A fim de diminuir a vazão (através da introdução de perda de carga) e controlar a dispersão do jato, segundo os autores, podem ser utilizados arejadores - dispositivos instalados na saída das torneiras. Para tanto, essas peças perfuradas possuem telas finas e orifícios na sua superfície lateral (que permitem a entrada do ar durante o escoamento).

GONÇALVES; IOSHIMOTO; OLIVEIRA (1999) destacam os dois modelos economizadores comumente utilizados em torneiras de lavatório (*Figura 1.1*):

- *Torneiras com tempo de fluxo determinado*: “Esse tipo de torneira é dotado de um dispositivo mecânico que, uma vez acionado, libera o fluxo de água, fechando-se automaticamente após um tempo determinado”. Para melhorar ainda mais seu desempenho, a torneira pode ser dotada de arejador incorporado, dispositivo que reduz em até cerca de 50% a vazão do jato. Há disponível no mercado modelos de bancada, de parede e para deficientes, que apresentam maior facilidade de acionamento. São conhecidas também como hidromecânicas de fechamento automático.
- *Torneiras acionadas por sensor infravermelho*: “funciona com um conjunto de emissor e receptor. O receptor detecta a reflexão emitida pelo anteparo colocado à frente - as mãos - e aciona a válvula solenóide que libera a água para o uso. O fluxo cessa quando as mãos são retiradas do campo de ação do sensor”. A alimentação pode ser realizada através de um transformador de baixa voltagem (24V) ou de baterias. Devido ao controle eletrônico da válvula solenóide, estas

torneiras apresentam o maior potencial de economia, evitando-se ao máximo o desperdício.

Fonte: TAMAKI (2003)

Figura 1.1 - Torneira de fechamento automático e torneira eletrônica com sensor de presença

Sobre os locais a serem instaladas as torneiras eletrônicas, SCHERER (2003) recomenda que sejam instaladas em ambientes mais restritos, de modo a evitar possíveis ações de vandalismo (incluindo o roubo do equipamento).

2 TORNEIRAS DE PIA

São recomendados modelos que auxiliem, tanto quanto possível, o desenvolvimento das atividades dos usuários. Estão disponíveis no mercado, modelos com diversas características que objetivam facilitar o uso e proporcionar economia, tais como: bica móvel, arejador articulado de vazão constante e acionamento por alavanca (que permite operar a torneira com as mãos ocupadas), entre outros (*Figura 2.1*).

Fonte: TAMAKI (2003)

Figura 2.1 - Torneira para copa com alavanca e arejador articulado, e detalhes de arejadores

3 BACIAS SANITÁRIAS

Os levantamentos bibliográficos permitiram concluir que boa parte dos estudos nacionais e internacionais sobre equipamentos sanitários são focados em bacias sanitárias, o que se justifica por sua alta parcela de contribuição para o consumo de água (de 30% a 40%, conforme diversos estudos realizados).

ROCHA; MONTENEGRO (1986) relatam os trabalhos do Agrupamento de Instalações e Saneamento da Divisão de Edificações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) sobre conservação de água no nível dos sistemas prediais. Apesar da normatização técnica para aparelhos sanitários de material cerâmico, naquela ocasião recentemente estabelecida para o país, fixar padrões de funcionamento e correspondentes limites máximos para os volumes de descarga, assim como condições para o desenvolvimento das bacias de Volume de Descarga Reduzido (VDR), até aquele momento não se tinha conseguido efetivar a redução do consumo por parte dos fabricantes.

A grande dúvida colocada pelos pesquisadores era o comportamento de bacias independentes (que não estavam sendo comercializadas em conjunto com caixas de descarga específicas) quando alimentadas por caixas com volume menor de água ou por outros aparelhos. Foram realizados, então, testes de laboratório e de campo, nas próprias dependências do Instituto, combinando-se modelos de bacias com aparelhos de descarga (válvula, caixa acoplada, caixa embutida, caixa elevada, descarga “dual”, etc.).

Com o levantamento dos dados de consumo médio por descarga e por usuário (o que permite avaliar a ocorrência de descargas duplas), foram verificados como valores limites:

- Menor valor por descarga: 5,1 L (bacia independente, de ação sifônica, com caixa elevada);
- Menor valor por usuário: 5,8 L (conjunto inglês de bacia, de arraste, com caixa elevada e dispositivo de descarga “dual”);

- Maior valor por descarga e por usuário: 19,9 e 18,3 L, respectivamente (bacia independente, de ação sifônica, com válvula de descarga externa de ciclo fixo “longo”). Adotando-se o ciclo fixo “curto” os valores caíram para 7,0 e 9,7 L, o que denota a importância da correta regulação do sistema.

Após estes estudos e levantamento de experiências de outros países, ROCHA; MONTENEGRO (1986) concluem que se deve considerar “a perspectiva de redução do limite máximo de consumo de água para limpeza de bacias de 12 L/descarga para algo em torno de 6 L/descarga” (*Figura 3.1*).

Fonte: TAMAKI (2003)

Figura 3.1 - Bacia sanitária com caixa acoplada modelo VDR (6 L/descarga)

Nos anos que se seguiram a estes estudos, outros destacaram-se nesta área, tanto nacionais como internacionais:

- *OLSSON (1986)*: apresenta o desenvolvimento de equipamentos sanitários de baixo consumo na Suécia, especialmente as bacias de 1,5 a 3,5 L/descarga, que necessitam de dispositivos auxiliares para evitar a deposição de sólidos nos ramais de esgoto.
- *SWAFFIELD (1986)*: apresenta o desenvolvimento de estudos, no Reino Unido e na África, de bacias sanitárias de baixo consumo (3 L/descarga). Apresenta o

histórico do desenvolvimento dos equipamentos e enfatiza o problema da deposição de sólidos no ramal de esgoto. Recomenda que a economia de água não deve ser um fim, mas um meio de disponibilizar água para atender a mais pessoas.

- *GARCIA (1987)*: além de medidas como levantamento de pressões, programas de detecção e correção de vazamentos e reúso, no nível do usuário o autor ressalta que a utilização de equipamentos sanitários economizadores (6 L/descarga, a partir de julho de 1987) e que a educação para a economia de água devem ser priorizadas.
- *NELSON (1992)*: apresenta o caso da auditoria de uso da água em casas em *North Marin* (Califórnia), em 1988. Foram instalados equipamentos economizadores em chuveiros e bacias sanitárias, realizadas pesquisas e reparos de vazamentos em bacias sanitárias e levantadas as práticas de irrigação de jardins. A redução obtida foi de 4,6% até 1990, com *payback* das ações de dois anos. A taxa de retirada de equipamentos economizadores (restritores de vazão em chuveiros, entre outros) foi de 6% ao ano visto a insatisfação dos usuários.
- *VIJAPUR (1992)*: descreve o primeiro levantamento científico realizado nos Estados Unidos (Flórida e Califórnia) para avaliar o uso dos equipamentos sanitários em residências com equipamentos convencionais e após a instalação de economizadores. Observaram que com a instalação de bacias de 6 L/descarga o número de descargas cresceu em 0,5 descargas/pessoa/dia e o tempo de permanência nos chuveiros na Califórnia aumentou 11%.
- *MAWAKDIYE (1996)*: confirma que as bacias são responsáveis por 40% do gasto de água nos domicílios brasileiros e expõe que a maior parte das bacias disponíveis no mercado consome de 9 a 12 L/descarga. Naquela ocasião, as bacias VDR eram fabricadas principalmente para exportação e, no Brasil, chegavam a custar 50% a mais que as convencionais. O autor comenta ainda que “Dois fatores inter-relacionados determinam o grau de economia de água de uma bacia sanitária: o seu desempenho mecânico e a quantidade de água utilizada na

descarga”, citando que na Europa e nos Estados Unidos predominam as bacias de ação de arraste (na qual a água necessita de maior pressão para efetuar simultaneamente a descarga e a limpeza) e que no Brasil, a maior parte das bacias emprega a ação sifônica (na qual a descarga resulta do efeito sifão que ocorre nas partes internas do equipamento, sendo a água utilizada principalmente para a limpeza).

- *KLEMENS (1996)*: faz algumas reflexões sobre os limites da conservação da água ressaltando a necessidade de uma visão abrangente da questão. Cita o caso das bacias sanitárias de 6 L/descarga que apresentaram problemas de desempenho como, por exemplo, de depósito de resíduos nos ramais de esgoto. Sustenta que as bacias sanitárias de baixo consumo devem se restringir ao uso doméstico devido ao desempenho das mesmas ser inversamente proporcional ao uso abusivo.
- *KLEMENS (1997)*: faz um panorama sobre a situação das bacias sanitárias de 6L e apresenta os avanços obtidos ressaltando o bom desempenho das mesmas em oposição aos primeiros modelos empregados. Apesar do bom desempenho dos modelos testados, permanece a preocupação com a limpeza dos ramais dos sistemas de esgoto privado e público, com relação à deposição de sólidos nas linhas devido ao menor volume de água.
- *ILHA; KONEN (2000)*: avaliam o desempenho funcional de bacias sanitárias de 6 L/descarga nos Estados Unidos. Apresentam novos testes laboratoriais e resultados de campo. Desta avaliação verificaram a preferência das pessoas pelos modelos novos, o aumento do número de descarga em 0,7 descarga/pessoa, a melhor limpeza destes modelos e o problema de entupimento reduzido.
- *LEAL (2000)*: afirma que o setor de metais é o mais desenvolvido, sendo verificada uma economia em torno de 20% quando da adoção de torneiras e válvulas de acionamento por pressão. Afirma, porém, que a situação das bacias pode ser revertida com a norma NBR 6452, de 1997, segundo a qual, a partir de

2002, “todas as caixas de descarga produzidas terão capacidade máxima de 6 litros.”

- *SCHIBIG (2001)*: relata que, com a redução do volume de descarga dos mictórios e das bacias sanitárias, problemas de desempenho começaram a ocorrer como entupimento, depósito de sólidos nos ramais de esgoto e incrustação de resíduos no sifão. No entanto, com a evolução dos projetos dos equipamentos sanitários afirma ser possível eliminar estes problemas.
- *OLIVEIRA (2001)*: avalia a influência das perdas no indicador de consumo de edifícios de apartamentos. Define os indicadores e aplica-os em uma pesquisa realizada em cinco edifícios de Goiânia. Conclui que a maior parcela das perdas é encontrada nas bacias sanitárias (nas válvulas de descarga da caixa acoplada, especialmente), mas que o consumo *per capita* nos apartamentos com válvula de descarga é maior.

Dezesseis anos após os estudos de ROCHA; MONTENEGRO (1986), OLIVEIRA Jr. (2002) realizou um estudo sobre os testes de norma em vigor, em busca de uma correlação e comparação entre eles, a fim de possibilitar a avaliação do desempenho de bacias sanitárias de volume de descarga reduzido (VDR), em termos de remoção e transporte de sólidos. Como resultados principais, o autor destaca a comprovação da redução no consumo de água nas residências pesquisadas (conjunto habitacional) “sem a constatação de problemas sérios no desempenho das bacias sanitárias em campo”.

Em seu levantamento bibliográfico sobre as bacias VDR, OLIVEIRA Jr. (2002) comenta que:

- Estes modelos vêm sendo desenvolvidos há algumas décadas por países europeus, como Alemanha, Suécia (desde 1970), além de outros como a Austrália. Em todos eles, trabalha-se com a limitação do volume de descarga em 6 L, volume este

também adotado nos Estados Unidos, após o lançamento do *EPA*, em 1992, lei que estipulou valores máximos para o consumo.

- *Oliveira Jr. et alii, em 2001*: evidenciam “um potencial de redução no consumo de água de cerca de 20%, em média, independente do sistema de alimentação da bacia (válvula ou caixa de descarga) utilizado”.
- *Rocha, em 1990*: em seus estudos sobre “o sistema bacia sanitária”, levantou os problemas no desempenho do sistema predial de esgoto sanitário, e conseqüentemente em sua eficiência, ocasionados pela redução do volume de descarga. Ele propôs, quando do desenvolvimento de bacias sanitárias economizadoras de ação sifônica, a consideração de parâmetros geométricos e hidráulicos. Os índices de aprovação em laboratório foram, para bacias convencionais, 70% para as associadas a caixas de descarga de 12 L, 50% para as de 9 L e todas as associadas a caixas de 6 L foram reprovadas. Por outro lado, 100% das bacias para volume de descarga reduzido foram aprovadas.
- *Ilha; Konen, em 2000*: registram, após a substituição de bacias:
 - Aumento na frequência de descargas de 3,2 para 3,7 descarga/pessoa/dia (e de 3,8 para 4,5, em outro local);
 - Aumento no número de descargas duplas;
 - 20% dos proprietários achavam que a bacia VDR tinha um desempenho inadequado, índice que caiu para cerca de 8% após um período de 30 a 60 dias;
 - Aumento na frequência de chamadas do serviço de manutenção para solucionar problemas com as bacias (Aeroporto de Denver).
- *Gonçalves et alii, em 2000*: registram, em estudo preliminar, que em 50% das residências nas quais foi substituída a bacia convencional pela economizadora, a ocorrência de descargas duplas foi de 50%.
- *Shigefuji et alii, em 1999*: relatam estudos da *Japan Environment Association*, segundo a qual, apesar da boa aceitação das bacias de 6 L por parte dos usuários,

há uma preocupação quanto aos problemas como descargas duplas, entupimentos na bacia e nas tubulações do sistema de esgoto.

Em relação à normalização, OLIVEIRA Jr. (2002) registra em seus estudos a necessidade de revisão, adequação e ampliação dos testes constantes das normas brasileiras NBR 9060 (Bacia sanitária - Verificação do funcionamento) e NBR 6452 (Aparelhos sanitários e material cerâmico), ambas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), publicadas em 1997. A primeira norma citada indica testes para a avaliação do desempenho das bacias sanitárias, em número de oito, que são: remoção de papel, remoção de esferas, lavagem de parede, troca de água, reposição do fecho hídrico, respingos de água, transporte de sólidos e resistência do fecho hídrico à retropressão. Já a norma NBR 6452 apresenta, em função do volume consumido, a seguinte classificação para as bacias sanitárias:

- Convencional: volume médio de descarga entre 9 e 12 L;
- Baixo consumo: volume médio de descarga entre 6 e 9 L;
- Volume de descarga reduzido (VDR): volume médio de descarga inferior a 6 L.

Considerando seus estudos realizados, o volume total médio empregado (6,77 L com um desvio-padrão de 0,61 L) e todas as bacias com válvula de descarga ensaiadas, O autor propõe “a utilização, pelo menos inicialmente, de um valor de cerca de 13,3% superior ao que vem sendo tradicionalmente empregado em outros países (6,0 litros), valor este (6,8 litros) obtido a partir dos resultados verificados em campo e em laboratório. Em contrapartida, sugere-se que, após três anos a contar da implementação destas exigências na normalização, tendo em vista o caráter evolutivo do desempenho das bacias sanitárias de volume de descarga reduzido, o consumo de água deva ser, no máximo, igual a 6,0 litros.”

Além de modelos de bacias sanitárias de volume descarga reduzido, que segundo SHIGEFUJI *et alii* (1999) *apud* OLIVEIRA Jr. (2002) tem sua utilização bastante difundida no mundo, no início do século XXI, novas tecnologias de sistemas de descarga podem ser encontradas. OLIVEIRA Jr. (2002) cita modelos com caixa acoplada com sistema de descarga pressurizada, modelos com caixa com volumes

distintos de descarga para dejetos sólidos e líquidos - *dual flush* (disponíveis na Austrália, já no início da década de 80); além de bacias sanitárias que proporcionam a separação dos dejetos líquidos dos sólidos.

Além de desenvolvimento de soluções para bacias sanitárias com caixa acoplada, nos últimos anos tem se desenvolvido, no país, modelos de válvula de descarga de ciclo fixo, que ainda não estão largamente difundidos no mercado.

Segundo SCHERER (2003), em edifícios escolares boa parte dos sanitários utiliza válvula de descarga do tipo convencional. Para estes casos, a utilização das válvulas de ciclo fixo (6 L/descarga, independentemente do tempo que o usuário permanecer pressionando o botão) é altamente recomendada. Para o bom funcionamento do sistema, o autor expõe a necessidade de utilização de bacia sanitária modelo VDR, o que garantiria um consumo de água por descarga semelhante ao de um conjunto com caixa acoplada.

4 MICTÓRIOS

Os mictórios podem ser individuais ou coletivos, sendo geralmente utilizado um registro de pressão para controlar o suprimento de água (GONÇALVES; IOSHIMOTO; OLIVEIRA, 1999).

FREIRE (2000) apresenta o mictório tipo calha (ou mictório coletivo) como um dos equipamentos que consomem grande quantidade de água, principalmente pelo fato de funcionarem, em geral, com descarga contínua, em função de restrições dos usuários ao acionamento (tubo perfurado percorrendo toda a extensão do mictório do qual a água goteja continuamente). Apesar de não ser utilizado em países da Europa e nos Estados Unidos, no Brasil, ele é ainda muito freqüente.

Por isso, em seus estudos, a autora avaliou o comportamento de dispositivos automáticos para acionamento da descarga em mictórios coletivos de escolas, que

além de economizarem água, são mais higiênicos e melhoram a comodidade e a satisfação do usuário.

Em relação à normalização, FREIRE (2000) registra o alerta da NBR 5626/98 sobre “situações de não utilização, ou de baixa frequência de utilização de mictórios, evitando-se o desperdício de água através de sistemas de limpeza automáticos ou mistos” e indica a necessidade de utilização de dispositivos que garantam que os mictórios só operem nos horários de expediente ou que proporcionem o uso eficiente da água.

A autora realizou testes com quatro configurações diferentes, obtendo como resultados:

- *Descarga contínua*: não há valores de pH indicativos de urina, consumo *per capita* foi em geral muito alto (em média 55 L/pessoa), necessidade de determinação, em norma, da vazão a ser utilizada em mictórios tipo calha com descarga contínua, objetivando minimizar o alto consumo destes aparelhos;
- *Temporizador para acionar a descarga*: excelente resultado na avaliação do consumo mensal e do *per capita* (muito baixos, como 1 L/pessoa), desvantagem de possibilidade de ocorrência de mais de um uso antes do acionamento;
- *Sensor infravermelho para acionar a descarga*: consumo *per capita* médio de 3,7 L/pessoa, vantagem de só funcionar com a presença do usuário, não incorrendo em desperdícios;
- *Sensor de pH para acionar a descarga*: alta economia no consumo de água, apesar do consumo *per capita* médio ser 8,4 L/pessoa, do consumo mensal ser o segundo maior entre as configurações ensaiadas e o maior entre as configurações utilizando dispositivos automáticos, desvantagem da necessidade de observar as condições do sensor de pH e o fato de mais de um acionamento no mesmo uso (em função do valor do pH entre 5 e 6,5.).

Considerando o consumo diário juntamente com a frequência de utilização, as configurações que apresentam o menor volume foram:

- Frequência até 100 usos diários: sensor infravermelho;

- Frequência entre 100 e 120 usos diários: temporizador acionado a cada 15 minutos e sensor infravermelho;
- Frequência superior a 120 usos diários: temporizador (mas, a partir de 100 usos detectou-se presença de urina, através do pH).

FREIRE (2000) conclui que configurações com temporizador (ação a cada 15 minutos), com temporizador (ação a cada 10 minutos), com sensor infravermelho e com sensor de pH foram equivalentes a 7%, 10%, 6% e 15% do consumo com descarga contínua (cujo consumo mensal estimado foi de 143,67 m³/mês). Portanto, os melhores resultados foram obtidos com a configuração com sensor infravermelho: mais econômica, sem desperdícios em períodos de baixa ou nula frequência de utilização e sem apresentação de valores de pH entre 5 e 6,5.

A *Figura 4.1* apresenta outras duas tecnologias para mictórios: um modelo com válvula hidromecânica de fechamento automático (à esquerda) e “o mictório sem água” (à direita), sendo este último o que implica na maior economia de água.

Fonte: TAMAKI (2003)

Figura 4.1 - Mictório individual com válvula de fechamento automático e modelo sem água

SCHMIDT (2003), após um levantamento histórico dos mictórios, incluindo variáveis e requisitos que influem em seu desempenho, através de um estudo de caso

realizado em escola, determinou parâmetros para avaliação de desempenho, assim como suas vantagens e desvantagens.

Segundo VICKERS (2001) *apud* SCHMIDT (2003), “o sistema de mictório sem água surgiu na Suíça em meados de 1890, e vários tipos deste sistema têm sido utilizados em partes da Europa a partir dos anos 60. Desde o início dos anos 90, o mictório sem água tem ganho aceitação e tem sido instalado mais freqüentemente nos EUA e em outros países.” O autor observa, porém, que os modelos mais antigos utilizam óleo, o que era prejudicial a outros sistemas e ao meio ambiente.

O modelo testado por SCHMIDT (2003) é constituído por: bacia cerâmica - cujo desenho da curvatura interna é especialmente desenvolvido para o rápido escoamento da urina e impedir sua aderência à superfície (contando ainda com vitrificação especial); suporte do cartucho; cartucho; líquido selante - substância que permanece em suspensão (densidade menor que a da água e da urina), sendo 90% composta de álcoois graxos e o restante de biocida e corantes; chave para troca do cartucho; cogumelo cerâmico (acessório opcional que protege o líquido selante, além de exercer função estética).

Por fim, o autor recomenda o acompanhamento e monitoramento das primeiras implantações destes modelos de mictório e, principalmente, atenção especial e maior freqüência de limpeza em locais com grande tráfego de usuários, o que implica em mudanças na rotina usual das equipes de manutenção (não lançar água, nem produtos de limpeza impróprios, de modo a evitar o carregamento do selante).

5 CHUVEIROS E DUCHAS

Uma alternativa de redução do consumo de água nos chuveiros ou duchas é a utilização de dispositivos limitadores de vazão (instalados a montante do chuveiro), que, numa dada pressão, estrangulam progressivamente a seção da passagem de água, de modo a limitar a vazão (GONÇALVES; IOSHIMOTO; OLIVEIRA, 1999).

SALTZBERG (1998), por outro lado, relata o problema ocorrido com a adoção de chuveiros de baixa vazão de água: devido à alta perda de carga nos chuveiros, a utilização de outros equipamentos, que apresentem uma maior vazão de água (que seria utilizada no chuveiro), provoca a queda acentuada da vazão no chuveiro e permite que água quente entre através do ramal de água fria durante uma pequena variação da pressão, causando desbalanceamento de temperatura e queimaduras aos usuários. Segundo o autor, a solução seria a adoção de misturadores com válvula termostática incorporada.

LISTA DE REFERÊNCIAS

FREIRE, C.C.A. **O emprego de dispositivos automáticos em aparelhos sanitários para o uso racional da água.** São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2000. 14p. (Boletim Técnico. EPUSP. BT/PCC/251).

GARCIA, A. Programa de uso eficiente de água da Cidade do México. In: 16TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, São Paulo, Brazil, 1987. **Anais.** São Paulo, Brazil. 1987. 12p.

GONÇALVES, O.M.; IOSHIMOTO, E; OLIVEIRA, L.H. **Tecnologias poupadoras em sistemas prediais.** São Paulo: Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 1999. (DTA - Documento Técnico de Apoio nº F1).

ILHA, M.S.O.; KONEN, T.P. Defining the Functional Performance of Toilets. **Plumbing Engineer**, Northbrook, p.33-39, Apr. 2000.

KLEMENS, T.L. Reflections on Water Conservation: Have We Gone Too Far? **Plumbing Engineer**, Northbrook, p.29-31 & 49, Aug. 1996.

_____. My Three Toilets: A Low Flush Volume Report. **Plumbing Engineer**, Northbrook, p.29-34, Aug. 1997.

LEAL, U. Água por um fio. **Téchne**, São Paulo, n.48, p.38-46, set/out 2000.

MAWAKDIYE, A. A fonte secou. **Téchne**, São Paulo, n.21, p.14-17, mar/abr 1996.

NELSON, J.O. Water Audit Encourages Residents to Reduce Consumption. **Journal AWWA**, p.59-64, Oct. 1992.

OLIVEIRA, L.H. The influence of water losses in the water consumption indicator value of apartment buildings. In: 27TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Portoroz, Slovenia, 2001. **Anais.** Portoroz, Slovenia. 2001. 10p.

OLIVEIRA Jr., O.B. **Avaliação do desempenho funcional de bacias sanitárias de volume de descarga reduzido com relação à remoção e transporte de sólidos.** Campinas, 2002. 282p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

OLSSON, E. Special equipment for saving water. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, Brasil, out. 1986. **Anais.** São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986. p.227-288.

ROCHA, A.L; MONTENEGRO, M.H.F. **Conservação de água no uso doméstico: esforço brasileiro.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, Brasil, out. 1986. **Anais.** São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986. p.289-315.

SALTZBERG, E. Are Ultra Low Flow Shower Heads Suitable For All Existing Applications? **Plumbing Engineer**, Northbrook, p.47-50, Sept. 1998.

SCHERER, F.A. **Uso racional da água em escolas públicas: diretrizes para Secretarias de Educação.** São Paulo, 2003. 256p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SCHIBIG, E. Watersaving at the cutting edge? In: 27TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Portoroz, Slovenia, 2001. **Anais.** Portoroz, Slovenia. 2001, 7p.

SCHMIDT, W. **Caracterização e formulação de parâmetros para avaliação de mictórios - o caso do mictório sem água.** São Paulo, 2003. 247p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SWAFFIELD, J.A. Water conservation - a combination low flush volume W.C. and surge generator solution. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, Brasil, out. 1986. **Anais.** São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986. p.207-226.

TAMAKI, H.O. **A Medição Setorizada como Instrumento de Gestão da Demanda de Água em Sistemas Prediais - Estudo de Caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo.** São Paulo, 2003. 151p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

VIJAPUR, B. Patterns of fixture use and water consumption in residences with conventional and ULF technology. In: 19TH CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Washington, USA, 1992. **Anais.** Washington, USA. 1992, 20p.

APÊNDICE III - CONSIDERAÇÕES NO ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DE DESTILADORES

FONTE: Elaborado a partir de SILVA (2001)

1 OBJETIVOS DO ESTUDO

O estudo do reaproveitamento da água de resfriamento, utilizada no processo de destilação, no âmbito do PURA-USP, teve por motivação o elevado número de equipamentos existentes no *campus*, aliado à perda durante o processo de destilação.

Após os estudos, os dados obtidos de um número de 240 aparelhos com perda média de 50 L/h por litro de água destilada, confirmaram esta preocupação.

O objetivo do presente trabalho é expor as considerações que devem ser feitas durante o estudo do reaproveitamento da água dos destiladores, no caso particular dos laboratórios do *campus*.

2 O PROCESSO DE DESTILAÇÃO

Para a proposição de soluções de reaproveitamento da água dos destiladores é necessário, *a priori*, o conhecimento da definição e objetivo do processo de destilação, de como ele ocorre e quais os equipamentos empregados (e suas características).

2.1 Definição e objetivo

Como uma definição genérica de destilação tem-se “Fenômeno que se caracteriza por uma dupla mudança de estado físico, em que um corpo, inicialmente no estado líquido, é aquecido até atingir a temperatura de ebulição, transformado em vapor e novamente resfriado até que toda a massa torne ao estado líquido. Esse processo é empregado para purificar os corpos que são líquidos à temperatura ambiente, tais como a água, pois a vaporização seguida de liquefação liberta o líquido dos corpos

que nele estão dissolvidos” (ENCICLOPÉDIA BARSA, 1968). No caso da água ocorre, então, uma vaporização seguida de condensação.

2.2 Funcionamento

Para um melhor entendimento de como ocorre o processo, pode-se recorrer ao esquema de um modelo antigo de destilador (*Figura 2.2.1*), pois o princípio do processo permanece o mesmo: Ao aquecer-se bastante a água, “produz-se vapor que, não podendo escapar pelo gargalo do frasco, se vê obrigado a procurar saída através da serpentina do condensador. Como este se mantém frio, pela circulação de uma corrente de água, o vapor se condensa em gotas que vão cair no recipiente colocado na extremidade do tubo” (ENCICLOPÉDIA BARSA, 1968).

Fonte: Elaborado a partir de NEHMI (1966)

Figura 2.2.1 - Esquema básico do processo de destilação

2.3 Equipamentos de destilação

Na Cidade Universitária, o modelo mais encontrado é o tipo Pilsen (*Figura 2.3.1*). Em consulta ao catálogo de um dos fabricantes foram observadas, entre suas características:

- *Potência:* 1.500 a 8.000 W (função da capacidade de produção de água destilada do equipamento);
- *Consumo nominal máximo de água por litro de água destilada:* 6 L/h (o que significa uma perda de 5 L/h). A verificação em campo de uma perda média de 50 L/h permite duas análises: ou os usuários não operam adequadamente o equipamento (por desconhecimento ou descaso) ou não está correto o valor divulgado por este fabricante.

Figura 2.3.1 - Destilador tipo Pilsen

- *Funcionamento*

O princípio de funcionamento dos destiladores atuais (*Figura 2.3.2*) é análogo ao modelo antigo de destilador. A água fria (seta azul), que entra no tubo condensador pela parte inferior, sobe por este até entrar por uma tubulação que leva ao cilindro de nível (seta vermelha). Neste percurso a água ganha calor, enquanto resfria o vapor que desceu da caldeira. O cilindro de nível e a caldeira (tanque para água associado a

uma resistência elétrica, semelhante a um chuveiro) trabalham como vasos comunicantes, sendo a água excedente extravasada (o que caracteriza a perda d'água). O vapor de água gerado na caldeira desce pelo tubo condensador, chegando na parte inferior deste (seta laranja), após resfriamento pela água em ascensão, na forma de água destilada.

Fonte: Elaborado a partir de MARCONI EQUIPAMENTOS PARA LABORATÓRIOS (s/data)

Figura 2.3.2 - Componentes e funcionamento do destilador tipo Pilsen

3 SITUAÇÃO NO CAMPUS

3.1 Usos da água destilada

Na USP, assim como em outros locais, diversos são os processos químicos e biológicos que necessitam de água com uma quantidade de impurezas reduzida. Esta água destilada é empregada em diversos tipos de experiências como matéria-prima, agente, solvente, veículo de suspensão, na lavagem de gases e sólidos, entre outros usos.

Para a definição do grau de tratamento (ou associação de tratamentos) a ser dado à água deve-se analisar seu tipo de uso e as características da água da rede de abastecimento. Como parâmetros a serem observados na água podem ser citados: turbidez, cor, odor, alcalinidade, salinidade, dureza, teor em sílica, gases dissolvidos, oxidabilidade, etc. (SILVA; SIMÕES, 1999).

3.2 Quantitativo

A realização de visitas técnicas aos laboratórios, muitas delas com acompanhamento dos respectivos usuários, permitiu a obtenção de dados, tais como (SABESP, 1999/2002):

- Quantidade e local de instalação dos destiladores, com seu mapeamento em cada uma das Unidades (*Tabela 3.2.1*);
- Marca e modelo;
- Vazão de água destilada;
- Vazão de água perdida;
- Frequência de uso dos destiladores;
- Temperatura da água perdida (em geral em torno de 40 °C);
- Qualidade da água - análises químicas e bacteriológicas.

Tabela 3.2.1 - Quantitativo de destiladores

Unidade	Marca	Quantidade		Volume água perdida L/d	
		Parcial	Total	Parcial	Total
Fase 1					
EP	EQUILAN	2	9	2.125	5.231
	FANEM	3		446	
	MARCONI	2		760	
	OUTROS	2		1.900	
FCF	FABBE	12	31	4.139	29.536
	FANEM	2		2.025	
	QUIMIS	10		19.971	
	OUTROS	7		3.401	
HU	FABBE	3	3	6.323	6.323
	OUTROS	0		0	
ICB	FABBE	10	62	17.252	57.379
	FANEM	18		14.566	
	QUIMIS	14		10.750	
	OUTROS	20		14.811	
IQ	FABBE	30	70	19.192	42.736
	FANEM	8		5.952	
	QUIMIS	20		9.837	
	OUTROS	12		7.754	
Subtotal - Fase 1		175		141.204	
Fase 2					
FMVZ	FABBE	7	19	5.808	17.299
	FANEM	6		6.011	
	QUIMIS	3		3.264	
	OUTROS	3		2.216	
FO	FABBE	4	9	307	4.042
	FANEM	2		2.784	
	QUIMIS	2		816	
	OUTROS	1		134	
IB	FABBE	3	4	2.760	2.942
	FANEM	1		182	
IF	FABBE	5	9	747	2.472
	FANEM	2		721	
	QUIMIS	2		1.004	
IGc	FABBE	4	12	5.837	16.288
	FANEM	6		7.394	
	QUIMIS	1		230	
	OUTROS	1		2.827	
IO	FABBE	3	11	1.760	7.922
	FANEM	3		2.764	
	MICRONAL	1		720	
	OUTROS	4		2.678	
RUSP	FABBE	1	1	720	720
Subtotal - Fase 2		65		51.685	
Total - Fase 1 e Fase 2		240		192.889	

Fonte: Elaborado a partir de SABESP (1999/2002)

Ao total, foram registrados 240 destiladores, com uma perda respectiva de 192.889 litros de água por dia. Considerando-se 15 dias de uso durante um mês, esta representa 2.893 m³/mês ou quase R\$ 30.000,00 por mês (em valores aproximados de 2001).

Nas tabelas anteriores observa-se que nem todas as Unidades possuem destiladores, mas, em contrapartida, algumas possuem vários aparelhos (por exemplo: Instituto de Química - 70 e Instituto de Ciências Biomédicas - 62). O valor da perda torna-se, então, mais expressivo ao comparar-se o valor de água perdida, numa destas últimas Unidades, com seu consumo total.

4 PROPOSTAS

A partir do levantamento em campo, foram formuladas algumas propostas de minimização das perdas de água durante o processo de destilação (SABESP, 1999/2002). A seguir, tem-se a apresentação de cada uma das propostas, relacionando-se suas vantagens e desvantagens (*Tabela 4.1*).

Tabela 4.1 - Propostas de minimização de perdas - vantagens e desvantagens

<i>Propostas</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
<i>(1) Reservatório inferior projetado - Bombeamento - Tratamento - Alimentação do Edifício</i>	- Utiliza o Reservatório superior existente - Facilidade e baixo custo de implantação	- Permanente tratamento da água - Análises periódicas da água
<i>(2) Reservatório inferior projetado - Bombeamento - Reservatório superior projetado - Alimentação das bacias sanitárias</i>	- Não necessita de tratamento da água	- Projeto e obra complexos - Água insuficiente para limpeza - Alto custo de implantação
<i>(3) Circuladores de água</i>	- Pode-se adicionar filtro - Solução local e flexível (espaço, quantidade de destiladores) - Baixo custo de implantação	- Eficiência térmica (saída para o destilador com água “quente”) - Introdução de mais um equipamento no laboratório
<i>(4) Reciclador (“Torre de resfriamento”)</i>	- Pode-se adicionar filtro - Solução global - Eficiência térmica comprovada - Baixo custo de implantação	- Risco de uso indevido
<i>(5) Purificadores de água (por exemplo: “Millipore” ou “WaterPro”)</i>	- Qualidade da água assegurada - Solução específica para cada necessidade	- Necessidade de água pré-tratada (exigência do tipo de uso) - Alto custo destes equipamentos

Fonte: Elaborado a partir de SABESP (1999/2002)

Apresenta-se, a seguir, um detalhamento das propostas (4) e (5), além de considerações sobre outra proposta, de uma *Central única de destilação de água para a Cidade Universitária*, esta não avaliada por SABESP (1999/2002).

4.1 Detalhamento da Proposta (4) - Reciclador

A Proposta (4), conforme detalhado na *Figura 4.1.1*, apresenta o uso de um reciclador, um equipamento de fibra de vidro no qual a água é resfriada através de um sistema equivalente a uma torre de resfriamento. Em seguida, a água é armazenada em um reservatório e depois é bombeada novamente para os destiladores. Seu nível é garantido por uma entrada com bóia para água da torneira no reservatório. Pode-se, ainda, acrescentar um filtro após o bombeamento (SABESP, 1999/2002).

Figura 4.1.1 - Esquema de ligação Reciclador/Destiladores

Sua instalação inclui tubulação de coleta da água que sai dos destiladores e outra que retorna aos destiladores. Em função das altas temperaturas verificadas nas saídas dos destiladores são indicadas tubulações especiais (possivelmente de cobre). Um

modelo apresentado de reciclador necessita de um abrigo de 1,80 x 3,0 m e sua altura pode ser de no mínimo 2,0 m.

Um cuidado importante é avisar aos usuários que, em função do reciclador alimentar mais de um destilador, eles devem desligar apenas a parte elétrica. Ao fechar os registros de alimentação de água acarretaria numa alteração do fluxo de água nos demais destiladores, comprometendo seu funcionamento e a economia.

4.2 Detalhamento da Proposta (5) - Purificadores de água

A priori, segundo esta alternativa, poderiam ser substituídos os destiladores por purificadores de água. Além da destilação, existem outros sistemas para purificar a água (*Tabela 4.2.1*), conforme a qualidade necessária. Observa-se que cada um deles tem uma particularidade, quer seja remover compostos inorgânicos, microorganismos, ou outros.

A grande vantagem dos sistemas de purificação de água, mais complexos que a simples destilação, é o consumo reduzido (ou nulo) de água. Por outro lado, eles requerem equipamentos de alto custo, assim como sua operação e manutenção. Uma cuidadosa avaliação da relação entre custo e benefício poderia fornecer parâmetros (*payback*, por exemplo) para a escolha da melhor solução a curto, médio e longo prazo (não sendo necessariamente a mesma para cada um destes horizontes).

Outra questão a ser avaliada é, conforme considerações posteriores, a necessidade de um pré-tratamento da água, antes da utilização de sistemas mais complexos, pois estes apresentam peças (filtros, cartuchos, etc.) que quando submetidos a uma água com maior teor de impurezas, têm sua vida útil reduzida, demandando manutenção mais freqüente.

Entre os sistemas de purificação mais utilizados destacam-se:

- *Sistema de Osmose Reversa*: utilizado numa primeira etapa de purificação da água, produz uma água pré-tratada para a purificação final. Há necessidade de prever reservatório (atentando-se para o limite de tempo máximo de reservação, em função do uso final da água) para a água pré-tratada, visto que este processo só permite baixas vazões. A utilização da água previamente destilada, embora não necessária, prolonga a vida das membranas de osmose reversa e dos filtros incorporados (*Figura 4.2.1*).

Figura 4.2.1 - Equipamento de Osmose Reversa

- *Sistema de Ultrapurificação*: neste sistema de purificação final (ou “polimento”), a água pré-tratada é purificada conforme a necessidade de seu uso final, passando por sistemas que podem combinar: deionização, ultrafiltração e irradiação de luz ultravioleta (*Figura 4.2.2*). Muitos sistemas de purificação final da água apresentam recirculação de água pelo processo de purificação, permitindo o máximo reaproveitamento da água pré-tratada, minimizando sua perda.

Figura 4.2.2 - Equipamento de Ultrapurificação

Tabela 4.2.1 - Sistemas de purificação de água

<i>Tecnologia</i>	<i>Princípio de purificação</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>	<i>Consumo de água</i>
<i>Destilação</i>	Vaporização seguida de condensação	<ul style="list-style-type: none"> - Simples - Remove vários contaminantes - Investimento inicial baixo 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de energia alto - Exige manutenção constante - Não é o mais eficiente - Alto custo operacional 	Muito alto (~ 40 L/L)
<i>Troca iônica</i>	Deionização: troca de ânions OH^- dos grânulos de resina por outros ânions e troca dos cátions H^+ por outros cátions. Os íons indesejados são retidos nos grânulos	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção eficiente de compostos inorgânicos dissolvidos - Regenerável (inversão do procedimento para limpeza do elemento) - Investimento inicial baixo 	<ul style="list-style-type: none"> - Deficiente remoção de partículas, bactérias e toxinas - Resíduos de resina e cultura de bactérias nos grânulos - Regeneração química - Alto custo operacional 	Baixo (durante a regeneração)
<i>Eletrodeionização</i>	Idem, com regeneração da resina feita por corrente elétrica (eletroregeneração)	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção eficiente de compostos inorgânicos dissolvidos - Regeneração limpa (sem elementos químicos) - Custo operacional baixo 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita pré-purificação 	Baixo (regeneração constante)
<i>Osmose reversa</i>	Passagem induzida do solvente através de membrana semipermeável de acetato de celulose ou de poliamida (poros muito pequenos)	<ul style="list-style-type: none"> - Retém íons, colóides, microorganismos, toxinas - Custo operacional baixo - Baixa manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> - Pré-purificação recomendada - Vazão de purificação muito baixa 	Baixo (eliminação da solução ~ 3 a 15 L/L)

Tabela 4.2.1 - Sistema de purificação de água (continuação)

<i>Tecnologia</i>	<i>Princípio de purificação</i>	<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>	<i>Consumo de água</i>
<i>Ultrafiltração</i>	Passagem da água por membranas com micro poros	- Remoção eficiente da maioria das partículas, microorganismos, macromoléculas - Regenerável - Melhor relação qualidade da água/energia consumida	- Não remove íons inorgânicos dissolvidos	Baixo (durante a regeneração)
<i>Radiação ultravioleta</i>	Eliminação de microorganismos (degradação da proteína de DNA)	- Esterilização eficiente - Oxidação de compostos orgânicos	- Não remove íons inorgânicos dissolvidos, partículas ou íons	Nulo
<i>Métodos combinados</i>	Na sequência: filtro de carvão, osmose reversa, deionização, ultrafiltração e oxidação por ultravioleta			

4.3 Avaliação da Proposta Central única de destilação de água para a Cidade Universitária

Considerando o baixo número de destiladores levantado no Hospital Universitário da USP (HU), foram feitos contatos com esta Unidade para verificar se esta comprava água destilada ou possuía alguma central, o que poderia nos fornecer parâmetros para avaliar a proposta de uma central de destilação na USP.

Em contato com a Farmácia do HU, foi levantado que este supre sua necessidade de água destilada de duas formas: através de compra externa (água estéril) e destilação em sua própria Farmácia (não estéril).

Quanto à proposta de uma central de destilação, foi comentado que para alguns usos da água destilada, esta não poderia ser reservada durante muito tempo. Haveria, então, a necessidade de todo um sistema de logística para entrega da água nos diversos laboratórios da USP, no tempo correto e com a qualidade desejada pelo usuário. Conquistar a confiança dos usuários nesta central, seria imprescindível para sua efetivação bem sucedida.

5 CONSIDERAÇÕES DOS USUÁRIOS

Em entrevistas com usuários dos destiladores do Instituto de Ciências Biomédicas (ICB) foram apresentadas as seguintes considerações:

- Dúvida por parte dos usuários quanto à qualidade da água quando da utilização de reservatório central (externo ao laboratório). Há também certa dificuldade de compatibilizar as exigências dos usuários (qualidade da água e período de utilização, por exemplo);
- Qualidade inadequada da água da rede de abastecimento público: mesmo quando utilizam os purificadores (que apresentam desperdício menor) é necessário destilar antes, para não comprometer a vida útil do equipamento. Para amenizar este problema poderia ser instalado um filtro na entrada do laboratório, ao invés de ser utilizado o destilador;
- Preocupação por parte de alguns usuários, não somente com o desperdício de água, mas também com o consumo de energia dos destiladores. Verificou-se como uma solução local e particular a de uma pesquisadora que adotou o procedimento de reservar a água em um tanque sob a bancada (havia disponibilidade de espaço, o que é raro) e reaproveitá-la para a lavagem de utensílios, com o auxílio de uma “bombinha”. A correta regulação da entrada de água do destilador, consequência do conhecimento de como este funciona, também possibilita a redução do desperdício.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pode-se concluir que uma solução adequada para a questão do reaproveitamento da água dos destiladores deve começar pelo entendimento do processo físico de como é o sistema de destilação, para não incorrer em soluções equivocadas.

Em seguida, é necessário o levantamento das características e condições de todo o sistema (rede de água, reservatórios, destiladores, purificadores, filtros, etc.) e dos seus usuários (exigências de tipo e regime de uso, entre outros).

Com base na tecnologia disponível, passa-se, então, para a fase de formulação de possíveis soluções e de análise da viabilidade técnica e econômico-financeira de cada uma.

Considerando a grande quantidade de destiladores e sua localização dispersa no *campus*, deve-se buscar soluções conjuntas com seus respectivos usuários, que devem estar conscientes de seu papel na escolha da solução mais adequada para cada caso em particular.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ENCICLOPÉDIA BARSA. Destilação. **Enciclopédia Barsa**. São Paulo: Encyclopaedia Britannica Editores de Texto Ltda, 1968. p.135-136. v.5.

EPUSP - ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo - PURA-USP**. São Paulo: LSP/PCC/EPUSP. (Relatórios nº 1 a 5 e Retrospectivas 1999, 2000, 2001 e 2002).

MARCONI EQUIPAMENTOS PARA LABORATÓRIOS. **Destilador de água tipo pilsen MA 252/255/270**. (Catálogo, 3p.). (a)

_____. **Destilador de água MA 078 alta pureza**. (Catálogo, 4p.). (b)

MILLIPORE. (Catálogo para laboratório, p.211-234, 1997).

_____. **Apresenta os equipamentos de purificação de água**. Disponível em: <<http://www.millipore.com/labwater/techinfo.nsf/docs/purification>>. Acesso em: 20 de ago. 2001.

NEHMI, V. A. **Química geral**. São Paulo: Duplicadora Forte, 1966. v.1, p.35-36.

NEVES, C. A.; GUTZ, I. G. R.; LAGO, C. L. Automatização de um destilador d'água. **Química Nova**, v.21, n.5, p.657-658, set./out. 1998.

REÚSO DE ÁGUA. **Conceito de reúso**. Disponível em: <<http://www.reusodeagua.hpg.com.br/conceito.htm>>. Acesso em: 06 de ago. 2001.

SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Projeto-Implantação do Programa do Uso Racional da Água na USP.** São Paulo: Sabesp, 1999/2002. (Relatórios de implantação do PURA na Universidade de São Paulo, 45 vol.).

SILVA, G.S. **Considerações no Estudo do Reaproveitamento da Água de Destiladores.** São Paulo: 2001. 43p. (Estudo elaborado para a disciplina PHD 5749 - Tratamento e Uso de Esgotos).

SILVA, G. A.; SIMÕES, R. A. G. Água na Indústria (cap.10). In: REBOUÇAS A.C.; BRAGA B.; TUNDISI J.G. (organizadores). Instituto de Estudos Avançados da USP e Academia Brasileira de Ciências. **Águas doces no Brasil.** São Paulo: Escrituras, 1999. p.339-368.

WATER PRO. **Water Purification: an overview.** Water Pro Purification Systems, 1990 (Catálogo, p.1-5).