CARLA ARAUJO SAUTCHÚK

**FORMULAÇÃO DE DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE
PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA
EM EDIFICAÇÕES**

**Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia**

SÃO PAULO

2004

CARLA ARAUJO SAUTCHÚK

**FORMULAÇÃO DE DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE
PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA
EM EDIFICAÇÕES**

**Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a obtenção
do título de Mestre em Engenharia**

**Área de Concentração:
Engenharia de Construção Civil**

**Orientador:
Prof. Dr. Orestes Marracini Gonçalves**

SÃO PAULO

2004

*Aos meus pais, Eduardo e Eliza,
Ao meu querido André,
E ao meu filho, João Victor.*

“A sociedade vem se complexando ao longo da história, porque cada vez mais nos adensamos em centros urbanos, desenvolvemos trabalhos conjuntamente e buscamos permanentemente a melhoria do nosso bem estar. Aprendemos com o tempo também, que a ocupação que fazemos da natureza, se não tiver alguma ordem, irá nos prejudicar futuramente, razão pela qual buscamos desenvolver tecnologia que nos ajude, e aos nossos herdeiros, a preservar a natureza de modo a garantir também o futuro bem estar de todos, em substituição à predação.”

Francisco Romeu Landi, (2003).

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que de certa maneira me auxiliaram na consolidação deste trabalho e, em especial:

Aos meus pais, por serem os maiores responsáveis por minha formação e desta forma, permitirem que isto fosse possível.

Ao meu querido André, pela compreensão, companheirismo e amor acima de qualquer dificuldade. Ao meu filho, razão de toda minha motivação pela vida.

Ao Professor Francisco Romeu Landi por suas sábias recomendações em minha qualificação.

Ao meu orientador e amigo Orestes por toda sua dedicação em minha vida acadêmica e profissional.

Ao Professor Ivanildo Hespanhol por auxiliar minha formação na temática da Conservação de Água.

Ao amigo Fernando Landi por ter acreditado em meu potencial.

À TESIS por ter permitido meu crescimento acadêmico e profissional no tema da Conservação de Água e a todas as pessoas que dela fazem parte.

Ao meu amigo William Schmidt por ter me auxiliado de forma tão construtiva e amiga.

À minha amiga Adriana por ter me incentivado nos momentos difíceis.

À minha amiga Paula Landi por toda sua dedicação para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	xii
Lista de Abreviaturas e Siglas	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
SUMÁRIO EXECUTIVO.....	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
3. EVOLUÇÃO DA CONSERVAÇÃO DA ÁGUA	6
3.1 Panorama da Água	6
3.1.1 Mundial	6
3.1.2 Nacional	18
3.2 Aspectos Legais e Institucionais	21
3.2.1 Internacional	21
3.2.2 Nacional	27
3.2.2.1 Aspectos Legais	27
3.2.2.2 Aspectos Institucionais	34
3.3 Fontes de Água no Brasil	37
3.3.1 Concessionárias ou Prestadoras de Serviços	38
3.3.2 Captação Direta de Mananciais	41
3.3.3 Águas Subterrâneas	41
3.3.4 Águas Pluviais	46
3.3.5 Reúso de Efluentes	49
3.4 Tecnologias	53
3.4.1 Tratamento de Água	53
3.4.2 Tratamento de Efluentes	54
3.4.3 Setorização do Consumo de Água	57
3.4.4 Equipamentos Economizadores de Água	62
4. PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA	70
4.1. Evolução dos Conceitos	70

4.2.	Conceituação	72
4.3.	Usuários de Água	76
5.	DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA	79
5.1.	Introdução	79
5.2.	Etapa 1: Avaliação Técnica Preliminar	83
5.2.1.	Análise documental	83
5.2.2.	Levantamento de Campo	85
5.2.3.	Produtos da Etapa 1	86
5.3.	Etapa 2: Avaliação da Demanda de Água	91
5.3.1.	Perdas Físicas	92
5.3.2.	Análise do Desperdício	94
5.3.2.1.	Adequação de Processos	94
5.3.2.2.	Adequação de Equipamentos e Componentes Hidráulicos	95
5.3.2.3.	Controle de Pressão do Sistema Hidráulico	96
5.3.2.4.	Níveis de Qualidade da Água	97
5.3.2.5.	Produtos da Etapa 2	97
5.4.	Etapa 3: Avaliação da Oferta de Água	98
5.4.1.	Concessionária	100
5.4.2.	Captação Direta de Mananciais	101
5.4.3.	Águas Subterrâneas	102
5.4.4.	Águas Pluviais	103
5.4.5.	Reuso de Efluentes	103
5.4.6.	Produtos da Etapa 3	105
5.5.	Etapa 4: Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica	106
5.5.1.	Objetivos	106
5.5.2.	Análise Técnica e Econômica da Conservação de Água	107
5.5.3.	Montagem dos Cenários	111
5.6.	Etapa 5: Detalhamento e Implantação de PCA	115
5.7.	Etapa 6: Implantação do Sistema de Gestão da Água	117
5.7.1.	Ações de Base Operacional	118
5.7.2.	Ações de Base Educacional	119

5.7.3. Ações de Base Institucional	121
5.8. Fluxograma de Ações para Implantação de um PCA	121
6. APRESENTAÇÃO DE CASOS PRÁTICOS	124
6.1. Edifício de Escritórios	124
6.1.1. Metodologia Aplicada	125
6.1.1.1. Análise da Demanda de Água	125
6.1.1.2. Análise da Oferta de Água	125
6.1.1.3. Cenários Possíveis .	126
6.1.2. Caracterização do Empreendimento	126
6.1.2.1. Descrição do Empreendimento	127
6.1.2.2. Funcionamento do Edifício	128
6.1.2.3. População Estimada	129
6.1.3. Caracterização do Uso da Água	130
6.1.4. Análise da Demanda de Água	131
6.1.4.1. Consumo da População	131
6.1.4.2. Sistema de Condicionamento de Ar	132
6.1.4.3. Academia	132
6.1.4.4. Restaurantes	133
6.1.4.5. Irrigação	133
6.1.4.6. Lavagem de Pisos	134
6.1.4.7. Produto da Avaliação da Demanda de Água	134
6.1.5. Análise da Oferta de Água	136
6.1.5.1. Concessionária Local – Sabesp	136
6.1.5.2. Águas Subterrâneas	137
6.1.5.3. Águas Pluviais	137
6.1.5.4. Efluente Tratado	138
6.1.6. Montagem dos Cenários	138
6.1.6.1. Cenário 1 – O Edifício Convencional	138
6.1.6.2. Cenário 2	139
6.1.6.3. Cenário 3	140
6.1.6.4. Cenário 4	141
6.1.6.5. Cenário 5	142

6.1.6.6.Cenário 6	143
6.1.6.7.Cenário 7	144
6.1.6.8.Cenário 8	145
6.1.6.9.Resumo dos Cenários Propostos	145
6.1.7.Discussão do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica	147
6.2.Indústria de Alimentos	150
6.2.1.Metodologia Aplicada	150
6.2.2.Caracterização da Indústria	151
6.2.3.Descrição da Indústria	151
6.2.3.1.Funcionamento da Indústria	152
6.2.3.2. Caracterização do Uso da Água	152
6.2.3.3.Macro Fluxos de Água	153
6.2.3.4.Micro Fluxos de Água	154
6.2.4.Avaliação Técnica	157
6.2.4.1.Sistema de Resfriamento	158
6.2.4.2.Perdas Visíveis e Invisíveis	163
6.2.4.3.Adequação e Troca de Equipamentos Hidráulicos	169
6.2.4.4.Lavagem de Áreas Internas e Externas	172
6.2.4.5.Caldeiras	173
6.2.4.6.Resfriamento de Motores e Equipamentos	174
6.2.4.7.Lubrificação de Esteiras do Setor de Empacotamento	176
6.2.4.8.Reformulação do Sistema de Distribuição de Água	177
6.2.4.9.Plano de Setorização	180
6.2.5.Estação de Tratamento de Efluentes	182
6.2.6.Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica	189
6.2.6.1. Consumo Atual de Água da Fábrica	190
6.2.6.2. Setorização do consumo de água	191

6.2.6.3.Adequação do Sistema de Reserva de Água e Controle da Pressão no Sistema Hidráulico	192
6.2.6.4.Minimização de Perdas Físicas	195
6.2.6.5.Lavagem de áreas internas e externas	196
6.2.6.6.Consumo Humano	196
6.2.6.7.Torres de Resfriamento / Condensadores	196
6.2.6.8.Arrefecimento de Motores	198
6.2.6.9.Caldeiras	198
6.2.6.10.CIP	198
6.2.7.Consumo de Água Otimizado	199
6.2.8.Estação de Tratamento de Esgotos	200
6.2.8.1. Geração de Efluentes Atual	201
6.2.8.2.Geração de Efluentes após Otimização do Consumo de Água	202
6.2.8.3.Necessidades da ETE	203
6.2.9.Investimento em PCA X Período de Retorno	204
6.2.9.1.Cronograma de Ações para Implantação do PCA	205
6.2.10.Discussão do estudo de viabilidade da indústria de laticínios	206
6.3.Estudo de caso 3: Aeroporto	208
6.3.1.Características do Aeroporto	209
6.3.2.Levantamento de Campo	209
6.3.3.Fontes Abastecedoras	209
6.3.4.Sistema de Reserva de Água	210
6.3.5.Sistema de Tratamento de Água	212
6.3.6.Condições Gerais do Sistema de Reservatórios e Análise Crítica	212
6.3.7.Macrofluxos de Abastecimento de Água	214
6.3.8.Macrofluxos de Distribuição da Água	214
6.3.9.Irrigação	216
6.3.10.Lanchonete	216
6.3.11.Companhias Aéreas	217
6.3.12.Limpeza de ambientes	217
6.3.13.Lavagem de veículos	218

6.3.14.SCI	218
6.3.15. Equipamentos Hidráulicos	218
6.3.16. Águas Pluviais	221
6.3.17. Disposição de Efluentes	221
6.3.18.Sistema de Condicionamento de Ar	222
6.3.19.Sistema de medição do consumo	222
6.3.20.Perdas Físicas	223
6.3.21.Pressões no Sistema Hidráulico	226
6.3.22.Gestão da Água	227
6.3.23. Setorização do Consumo de Água	228
6.3.23.1.Monitoramento do Consumo de Água	228
6.3.23.2.Indicadores de Consumo de Água	230
6.3.23.3.Plano de Setorização do Consumo	230
6.3.24.Avaliação da Demanda de Água	233
6.3.24.1.Estimativa da População	233
6.3.24.2.Estimativa do Consumo de Água	233
6.3.24.3.Consumo da População	233
6.3.24.4.Limpeza das áreas internas/externas	234
6.3.24.5.Lavagem de veículos	235
6.3.24.6.SCI	235
6.3.24.7.Perdas Visíveis	235
6.3.24.8.Irrigação	236
6.3.24.9.Distribuição do Consumo	236
6.3.25.Avaliação da Oferta de Água	239
6.3.26.Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica	240
6.3.27.Cenário 1 – O Aeroporto atual	240
6.3.28.Cenário 2 – Gestão / Redução de Perdas	243
6.3.28.1.Setorização do Consumo de Água	243
6.3.28.2. Correção de Perdas Físicas	243
6.3.29.Cenário 3 – Otimização do Consumo	243
6.3.29.1Adequação de Equipamentos Sanitários – Nível 1	244
6.3.29.2.Adequação de Equipamentos Sanitários – Nível 2	245

6.3.29.3.Adequação de Equipamentos Sanitários – Nível 3	246
6.3.30. Cenário 4 – Adequação do Sistema de Pressurização para Lavagem de Veículos	248
6.3.31.Cenário V – Utilização de Fontes Alternativas	249
6.3.31.1.Aproveitamento da água dos caminhões do SCI	249
6.3.31.2.Utilização de Águas Pluviais	250
6.3.32.Considerações Gerais	250
6.3.33.Discussão do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica	252
6.4.Discussão Final dos Estudos de Caso	254
7.CONSIDERAÇÕES FINAIS	258
8.ANEXOS	264
ANEXO 1 – CONFLITOS MUNDIAIS DA ÁGUA	264
ANEXO 2 – ANÁLISE DOCUMENTAL	271
ANEXO 3 – PROCEDIMENTOS PARA REALIZAÇÃO DE TESTES UTILIZADOS NA DETECÇÃO DE PERDAS FÍSICAS	279
ANEXO 4 – PROGRAMA DE NECESSIDADES HIDRÁULICAS DO EDIFÍCIO	285
ANEXO 5 – CÁLCULO DA POPULAÇÃO	292
ANEXO 6 – SIMULAÇÃO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	293
9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	301

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Potenciais de Água Doce dos continentes e influência da população ..10	
Figura 3.2: Tarifa Média de Água por Região	40
Figura 3.3: Leitura captada de forma direta ao microcoletor (“touch read”)	59
Figura 3.4: Sistema de Medição por rádio	59
Figura 3.5: Sistema de Medição Remota por cabeamento	60
Figura 3.6: Gráfico de Consumo de Água do HC	61
Figura 4.1: Visão Macro de um PCA	73
Figura 4.2: Distribuição do Consumo de Água em unidade residencial unifamiliar	76
Figura 4.3: Distribuição de Água em unidade residencial unifamiliar com Conservação de Água	77
Figura 5.1: Fluxograma das Etapas de um PCA a ser implantado em edificação já existente	81
Figura 5.2: Fluxograma das Etapas de um PCA a ser implantado em novas Edificações	82
Figura 5.3: Macro Fluxo de Água (indústria de alimentos)	88
Figura 5.4: Micro Fluxo de Água (indústria de alimentos)	88
Figura 5.5: Esquema de Setorização do Consumo	90
Figura 5.6: Exemplo de Plano de Setorização de Aeroporto para monitoramento de áreas de terceiros	91
Figura 5.7: Gráfico do custo da Água por metro quadrado versus economia de água gerada em cada um dos cenários propostos	115
Figura 5.8: Fluxograma de ações de um PCA para edificações existentes	123
Figura 6.1: Distribuição do consumo de água mensal pelas atividades consumidoras (consumo mínimo)	135
Figura 6.2: Distribuição do consumo de água mensal pelas atividades consumidoras (consumo máximo)	135
Figura 6.3: Macro fluxo de água	123
Figura 6.4: Micro fluxo de água na planta antiga setores T, S, I, Q, O	154

Figura 6.5: Micro fluxo de água na planta antiga setores K, L, M e N	155
Figura 6.6: Micro fluxo de água na planta antiga setores H, I e J	155
Figura 6.7: Micro fluxo de água na planta nova	156
Figura 6.8: Micro fluxo de água na planta nova	156
Figura 6.9: Micro fluxo de água na planta nova - Setor A	157
Figura 6.10: Micro fluxo de água na planta nova - Setores E, F e G	157
Figura 6.11: Interior da torre de resfriamento com placas danificadas	162
Figura 6.12: Falta de venezianas em uma das torres de resfriamento	162
Figura 6.13: Vazamento de mangueira de lavagem no Setor A (produção - planta nova)	166
Figura 6.14: Mictório coletivo com registro de pressão aberto continuamente.....	170
Figura 6.15: Cuba do Setor de envasamento – efluente lançado na canaleta de efluente industrial	171
Figura 6.16: Água proveniente do arrefecimento de motor, com lançamento no Piso através de tubo flexível	175
Figura 6.17: Fluxo de encaminhamento dos efluentes a partir da produção	185
Figura 6.18: Fluxo de encaminhamento dos efluentes até os tanques de equalização	186
Figura 6.19: Detalhe dos tanques de aeração da ETE	186
Figura 6.20: Gráfico da DBO do efluente de saída da ETE	187
Figura 6.21: Gráfico da cor do efluente de saída da ETE	187
Figura 6.22: Coliformes fecais no efluente final	188
Figura 6.23: Distribuição atual do consumo de água em m ³ /dia	190
Figura 6.24: Corte do reservatório atual de 210 m ³	192
Figura 6.25: Corte do reservatório de 210 m ³ - remodelado	193

Figura 6.26: Corte do reservatório de 1000 m ³	193
Figura 6.27: Corte do reservatório remodelado - de 1000 m ³	194
Figura 6.28: Nova distribuição do consumo com a instalação das válvulas redutoras de pressão	195
Figura 6.29: Consumo otimizado - distribuição final	199
Figura 6.30: Efluentes gerados por atividade consumidora (m ³ /dia)	202
Figura 6.31: Efluentes gerados por atividade consumidora após o PCA (m ³ /dia)	203
Figura 6.32: Reservatório Superior Geral	211
Figura 6.33: Conjunto de Reservatórios Gerais	214
Figura 6.34: Sistema de distribuição - Parte 1	214
Figura 6.35: Sistema de distribuição - Parte 2	215
Figura 6.36: Vazamento na tubulação entre o reservatório inferior e o superior geral	224
Figura 6.37: Distribuição do consumo de água	238
Figura 6.38: Distribuição do consumo de água atual (considerando a perda física)	241
Figura 6.39: Distribuição do consumo de água atual (corrigida a perda física existente)	242
Figura 6.40: Distribuição do consumo de água após aplicação do PCA	251

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Distribuição da Água através do Globo Terrestre.....	7
Tabela 3.2: Distribuição dos países segundo níveis de potenciais e de uso da água (m ³ /hab/ano)	9
Tabela 3.3: Os países mais pobres em água	12
Tabela 3.4: Uso global da água desde 1900	16
Tabela 3.5: Usos múltiplos de água por continente (km ³) (1995)	17
Tabela 3.6: Produção hídrica das grandes regiões hidrográficas do Brasil	19
Tabela 3.7: Distritos sem coleta de esgoto sanitário	20
Tabela 3.8: Distritos com coleta de esgoto sanitário e com tratamento	21
Tabela 3.9: Distritos com coleta de esgoto sanitário e sem tratamento	21
Tabela 3.10: Características principais das experiências internacionais em cobrança pelo uso da água	23
Tabela 3.11: Requisitos federais de máximo uso da água para equipamentos hidráulicos	25
Tabela 3.12: Distribuição dos prestadores de serviços participantes do diagnóstico do SNIS (2001), segundo características do atendimento.	39
Tabela 3.13: Níveis de atendimento urbano com água e esgotos dos prestadores de serviços	39
Tabela 3.14: Reserva de água subterrânea e intervalo de vazão de poços no Brasil..	43
Tabela 3.15: Distritos, total e abastecidos, por tipo de captação – 2000.....	44
Tabela 3.16: Características da água de chuva – pesquisa Universidade de São Paulo	47
Tabela 3.17: Tecnologias de tratamento de efluentes	56
Tabela 3.18: Equipamentos economizadores de água	62
Tabela 5.1: Relação de projetos a serem analisados	83
Tabela 5.2: Relação de documentos a serem analisados	84
Tabela 5.3: Relação de dados gerais da edificação	84
Tabela 5.4: Exemplo de montagem de cenários para uma edificação	113
Tabela 6.1: Quantidade de refeições servidas	129
Tabela 6.2: Características da água de alimentação das torres de resfriamento ..	132

Tabela 6.3: Distribuição do consumo de água (m ³ /mês)	134
Tabela 6.4: Resumo dos cenários	146
Tabela 6.5: Setores da planta industrial	153
Tabela 6.6: Sub-setores do setor A	153
Tabela 6.7: Tabela de perdas médias por tipo de vazamento	164
Tabela 6.8: Resumo das perdas de alguns dos vazamento medidos durante a visita	168
Tabela 6.9: Plano de setorização do consumo	168
Tabela 6.10: Consumo de água (atual versus otimizado)	200
Tabela 6.11: Parâmetros de qualidade do efluente na entrada e saída do tratamento	200
Tabela 6.12: Desempenho da ETE através de indicadores de DBO e DQO	201
Tabela 6.13: Impactos gerados no consumo de água e geração de efluentes.....	201
Tabela 6.14: Setores do aeroporto.....	215
Tabela 6.15: Área A (Incinerador/gerador/manutenção).....	218
Tabela 6.16: Área B (SCI / Administração).....	219
Tabela 6.17: Área C (TPS):.....	219
Tabela 6.18: Área D (GNA / BR / CIAS AÉREAS / PORTARIA).....	220
Tabela 6.19: Área B (SCI / Administração).....	225
Tabela 6.20: Área C (TPS):.....	225
Tabela 6.21: Área D (GNA / BR / CIAS AÉREAS / PORTARIA).....	225
Tabela 6.22: Estimativa de custos dos hidrômetros (base maio/2004).....	232
Tabela 6.23: Estimativa de perdas físicas visíveis.....	235
Tabela 6.24: Estimativa de perdas físicas visíveis mediadas em campo	236
Tabela 6.25: Consumo Mensal de Água.....	237
Tabela 6.26: Consumo mensal de Água após correção do Vazamento.....	237
Tabela 6.27: Consumo Atual de Água.....	241
Tabela 6.28: Adequação de equipamentos hidráulicos – Nível 1.....	244
Tabela 6.29: Adequação de equipamentos hidráulicos – Nível 2.....	245
Tabela 6.30: Adequação de equipamentos hidráulicos – Nível 3.....	247
Tabela 6.31: Resumo dos Cenários Propostos.....	250
Tabela 6.32: Resumo dos Cenários do PCA do edifício comercial.....	254

Tabela 6.33: Resumo dos Cenários 1 à 4 para Indústria de Laticínios.....	255
Tabela 6.34: Resumo dos Cenários 5 à 8 para Indústria de Laticínios.....	256
Tabela 6.35: Resumo dos cenários do aeroporto.....	257

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA –	Agencia Nacional de Águas
ABNT -	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABNT/CB -	Comitês Brasileiros da Associação Brasileira de Normas Técnicas
AWWA –	American Water Works Association
ASFAMAS -	Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento
DBO –	Demanda bioquímica de oxigênio
DQO –	Demanda química de oxigênio
CIP – “	Cleaning in Pleace”
CTCC -	Centro de Técnicas de Construção Civil
EPA -	Agency of Enviromental Protection
EPUSP -	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
ETA –	Estação de Tratamento de Água
ETE –	Estação de Tratamento de Efluentes
FIESP -	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
INCOR -	Instituto do Coração do Hospital das Clínicas de São Paulo
PBQP-H –	Programa Brasileiro da Qualidade do Habitat
PCA -	Programa de Conservação de Água
PNCDA –	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PURA –	Programa de Uso Racional da Água
EIA – RIMA -	Estudo de impacto ambiental
SABESP –	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
ST –	Sólidos totais
SST -	Sólidos suspensos totais
SDT –	Sólidos dissolvidos totais
USP -	Universidade de São Paulo
WHO –	World Health Organization

RESUMO

A água é um elemento vital à sobrevivência humana, apresentando diferentes dimensões, sejam culturais, sociais, ambientais ou econômicas, o que justifica a importância da Conservação de Água. Conceitos, técnicas e práticas que resultem no ato de Conservar Água devem ser aplicados a toda edificação, preservando os suprimentos existentes e minimizando os volumes de efluentes gerados, contribuindo para a preservação ambiental.

Conceitos como a Gestão da Água devem ser incorporados às edificações existentes, bem como àquelas que estão sendo concebidas, de forma a permitir o monitoramento do uso do insumo ao longo do tempo, garantindo que os patamares de consumo alcançados após a implementação de Programas de Conservação de Água sejam mantidos ao longo do tempo. Desta forma, as tecnologias existentes devem ser associadas a políticas apropriadas de manutenção preventiva, bem como, ao estabelecimento de rotinas e procedimentos específicos do uso da água na edificação. O comportamento dos usuários envolvidos deve estar de acordo com o novo padrão de consumo estabelecido, mantendo-se a qualidade das atividades envolvidas.

Este estudo apresenta uma Formulação de Diretrizes para Implantação de Programas de Conservação de Água em Edificações, detalhando as etapas de desenvolvimento.

São também apresentados casos práticos de Programas de Conservação de Água concebidos para aplicação em diferentes tipologias de edificações, de forma a subsidiar a aplicação das diretrizes propostas neste trabalho.

Este estudo pretende criar uma sistemática de ações a serem utilizadas por administradores e/ou gestores da água de edificações, para a viabilização técnica e econômica da implantação de Programas de Conservação de Água, incentivando a aplicação de boas técnicas e práticas, em concordância com o conceito de sustentabilidade.

ABSTRACT

Water is a vital element for humanity, presenting different dimensions as cultural, social, economical and environmental justifying the importance of Water Conservation.

Concepts, techniques and practices that result in the task of conserving water must be applied to all buildings in a way to preserve existing resources, besides of minimizing the volume of wastewater contributing to environmental preservation.

Water management must be incorporated to existing buildings as well as in buildings design allowing monitoring the use of water and ensuring that levels of water consumption obtained with water conservation programs could be maintained in the long term.

In this way, existing technologies must be associated to proper policy of preventive maintenance as well as the establishment of routines and specific procedures to the use of water.

Furthermore, users behavior must be in accordance with the new achieved level of water consumption obtained after the implementation of water conservation program, maintaining the same level of comfort and quality required.

This study presents in a practical way, the “Formulation of Guidelines for the Implementation of Water Conservation Programs (WCP) in Buildings”, detailing the development steps.

Practical Water Conservation Programs will be presented in order to illustrate the application of the guidelines proposed.

This study intends to create a practical “step by step” guide to be used by utility managers to make possible the implementation of Water Conservation Program, stimulating the application of good techniques and practices, according to a sustainability concept.

SUMÁRIO EXECUTIVO

Os grandes centros urbanos, principalmente nos países em desenvolvimento, sofrem com a questão da escassez da água devido à elevada concentração populacional, o que demonstra a ausência de planejamento urbano apropriado.

A falta de investimentos em saneamento básico torna ainda mais crítica a situação, pois ocorre uma contínua degradação dos mananciais, sendo a questão da escassez associada não somente ao aspecto quantitativo, mas também à qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

Ações de Conservação de Água vêm sendo adotadas nos níveis macro, meso e micro, ou seja, abrangendo desde as bacias hidrográficas até as edificações.

Este estudo propõe a implantação de Programas de Conservação de Água em Edificações com base em diretrizes que estabelecem uma sequência de ações, as quais primeiramente enfatizam a otimização do consumo (demanda de água) e, posteriormente, avaliam possibilidades de aplicação de fontes alternativas de água (oferta de água), dividindo-se nos seguintes capítulos:

1. Introdução - contextualizam-se os principais problemas geradores da escassez de água no Brasil e no Mundo, como fatores de incentivo à implantação de Programas de Conservação de Água em edificações.
2. Objetivos - apresenta os objetivos do estudo e, de forma resumida, detalha a Formulação das Diretrizes para Implantação de Programas de Conservação de Água em Edificações e as etapas de desenvolvimento para a implantação de PCAs.

3. Evolução da Conservação de Água – apresenta a revisão bibliográfica realizada neste estudo que abrange, de forma resumida, os seguintes tópicos:

- Panorama da Água: Mundial e Nacional;
- Aspectos legais e institucionais: internacional e nacional;
- Fontes de Água no Brasil: concessionárias. captação direta, águas subterrâneas, águas pluviais e reúso de efluentes;
- Tecnologias: tratamento de água e efluentes, setorização do consumo e equipamentos economizadores de água.

4. Programas de Conservação de Água - apresenta a conceituação de PCAs e os fatores que incentivam sua implantação. São também definidos os diferentes usuários de água para caracterização dos diferentes usos.

5. Diretrizes para Implantação de Programas de Conservação de Água - apresenta e detalha as principais etapas de desenvolvimento de um PCA que, em resumo, são:

- Avaliação Técnica Preliminar;
- Avaliação da Demanda de Água;
- Avaliação da Oferta de Água;
- Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica;
- Detalhamento e Implantação do PCA;
- Implantação de Sistema de Gestão da Água.

Ao final do detalhamento de cada uma das etapas foi proposto um fluxograma de ações, de forma a facilitar as principais atividades contidas em cada etapa, bem como os produtos resultantes de cada uma delas.

6. Estudos de Caso - apresenta os estudos de caso desenvolvidos através dos quais foi possível a aferição das diretrizes propostas neste estudo.

São apresentadas três tipologias de edificações: um edifício comercial, o detalhamento do caso de uma indústria de laticínios e por fim um aeroporto, de forma a abranger três diferentes usuários.

São avaliados, caso a caso, os estudos de viabilidade técnica e econômica desenvolvidos.

7. Considerações Finais - apresenta uma síntese do estudo realizado e as principais conclusões que foram obtidas com base nos estudos de caso apresentados, além de algumas sugestões para futuras pesquisas acadêmicas.

1. INTRODUÇÃO

A escassez da água vem sendo ressaltada como um problema mundial que poderá comprometer gerações futuras. Segundo REBOUÇAS et al (1999), do total da água existente na Terra, 97,5 % é salgada e apenas 2,5% é água doce.

Nos Estados Unidos, a parte oriental sofre com inundações enquanto a região Oeste vive uma grande escassez. Segundo WEINER (1986) a seca da África tem provocado as piores fomes do século.

No Brasil também existe um problema sério de escassez da água, agravado pela distribuição desequilibrada dos aglomerados urbanos. Segundo REBOUÇAS (1999), o Brasil detém 53% da produção de água doce do continente Sul Americano e 12% da produção mundial. Deste montante, 80% concentra-se em três unidades hidrográficas – Amazonas, São Francisco e Paraná, sendo 72% na Bacia Amazônica, região Norte do país. Os grandes centros urbanos encontram-se nas regiões Sul e Sudeste e já não conseguem mais ter sua demanda atendida da maneira apropriada.

A ONU, Organização das Nações Unidas, considera como crítico o índice de disponibilidade de água de $1.500 \text{ m}^3/\text{hab/ano}$ (4.100 l/hab.dia). Segundo PORTO (2003), o valor do consumo per capita médio diário da bacia do Alto Tiete é de 253L/hab.dia .

Se citarmos o exemplo da região metropolitana de São Paulo (RMSP), fica explícita a escassez hídrica existente nos grandes centros urbanos. A RMSP, maior aglomerado humano do país, possui aproximadamente 18 milhões de pessoas vivendo com baixa disponibilidade hídrica per capita.

Segundo PORTO (2003), na Bacia do Alto Tietê, o consumo total de água excede sua produção hídrica, sendo que do total de 63,1 m³/s para abastecimento público da RMSP, 31,0 m³/s são importados da Bacia do Rio Piracicaba e os outros 2,0 m³/s são provenientes de reversões menores dos rios Capivari e Guaratuba. Problemas como ocupação desordenada de áreas de proteção de mananciais, ausência de sistemas de infra-estrutura como distribuição de água e coleta e tratamento de efluentes (65% de sistemas de coleta, sendo 32% destes tratados), excesso de áreas impermeabilizadas e inadequação de sistemas de drenagem urbana, terminam por comprometer ainda mais a situação dos corpos receptores de água.

Para a humanidade, Conservar Água pode representar harmonizar a relação com a natureza, em busca da preservação ao invés da predação. É garantir às futuras gerações os fundamentos da sobrevivência.

Neste contexto, cada vez mais a busca por alternativas para otimização do consumo de água, bem como minimização da geração de efluentes, com intuito de redução do impacto ambiental são temas que constantemente lideram o ambiente intelectual.

A implementação de intervenções para economia de água deve ser baseada em ações tecnológicas, institucionais e educacionais.

Nota-se ainda que, em geral, nas diversas tipologias de edificações situadas principalmente nos grandes centros urbanos, utiliza-se água com elevado grau de qualidade para todos os fins. Esta forma de desperdício de “água nobre” tem, nos últimos anos, indicado a necessidade de uma análise sistêmica do uso da água: faz-se importante a avaliação da demanda de água para a minimização do consumo, aliada à avaliação do uso de fontes alternativas para atendimento dos usos menos nobres, de forma a resguardar as fontes de suprimento existentes.

2. OBJETIVOS

De acordo com o panorama mundial de água, torna-se evidente a necessidade de serem estruturados planos de ação com ênfase na Conservação de Água. Tais ações podem ser implementadas em diferentes níveis, desde ações macro e meso, de âmbito nacional, estadual e até mesmo municipal, até ações no nível micro considerando as edificações de diversas tipologias.

Conforme WORLD WATER COUNCIL (2000), entre 2000 e 2025 a disponibilidade média anual global de recursos de água renováveis foi projetada para cair de 6.600 m³ para 4.800 m³, o que representa dizer que aproximadamente 3 bilhões de homens e mulheres viverão em países totalmente ou parcialmente áridos ou semi-áridos com menos de 1.700 m³ per capita, representando uma situação de escassez de água.

Conservar Água significa atuar de maneira sistêmica na demanda e oferta de água. Ampliar a eficiência do uso da água representa, de forma direta, economia e expansão do uso dos recursos, flexibilizando os suprimentos existentes para outros fins, bem como atendendo ao crescimento populacional, implantação de novas indústrias, preservação e conservação do meio ambiente. Assim sendo, as iniciativas de racionalização do uso da água se constituem em elementos fundamentais em qualquer iniciativa de conservação.

Este estudo tem por objetivo formular as Diretrizes para a Implantação de Programas de Conservação de Água (PCAs) em Edificações.

Propõe-se uma sequência de ações a serem adotadas para a concepção de diversas possibilidades ou configurações de PCA, discutindo-se aspectos técnicos e econômicos a serem considerados quando da escolha da configuração a ser implantada.

O trabalho ressalta ainda a importância da Gestão da Água, apresentando propostas de ações de base operacional, educacional e institucional que garantam a manutenção dos novos indicadores de consumo obtidos.

Na escala empresarial, com o desenvolvimento tecnológico e aumento da competitividade de um lado, versus a elevação da exigência dos consumidores na aquisição de produtos em geral, implantar um PCA pode representar um diferencial significativo na redução de custos de manutenção, operacionais e de insumos, além de agregar valor ao produto final.

Cada PCA a ser concebido para uma determinada edificação é específico e exclusivo, em função das diversas atividades consumidoras, processos e procedimentos envolvidos, sistemas hidráulicos instalados e arranjos arquitetônicos, localização do empreendimento e outros fatores intervenientes.

Em cada caso deverão ser avaliados os equipamentos e tecnologias mais apropriados, dentre as diversas opções existentes, ressaltando-se que uma determinada configuração tecnológica pode ser excelente para uma implantação específica e totalmente inadequada para outra.

Serão detalhadas as seguintes etapas de desenvolvimento para a implantação de PCAs:

- Avaliação Técnica Preliminar;
- Avaliação da Demanda de Água;
- Avaliação da Oferta de Água;
- Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica;
- Detalhamento e Implantação do PCA;
- Implantação do Sistema de Gestão de Água.

São também apresentados estudos de caso, de diversas tipologias de edificações, considerando diferentes usuários de água, contemplando os estudos de viabilidade técnica e econômica desenvolvidos para discussão do tema e análise crítica.

O trabalho também possui como objetivos indiretos apresentar os principais aspectos pertinentes quando da avaliação da implantação de PCAs como questões legais, institucionais, tecnologias apropriadas para equipamentos, componentes hidráulicos e sistemas de monitoramento de consumo de água, além dos principais parâmetros a serem considerados na escolha das tecnologias de tratamento de água e efluentes, quando necessário.

3 EVOLUÇÃO DA CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

3.1 Panorama da Água

3.1.1 Mundial

A água, vital à sobrevivência, é um recurso natural em escassez em muitas partes do planeta. O termo água refere-se ao elemento natural, sem relacioná-lo com qualquer tipo de uso (REBOUÇAS et al, 1999). Por outro lado, recurso hídrico considera que a água é elemento vital à sobrevivência, escasso e de valor econômico, passível de utilização.

Segundo REBOUÇAS et al (1999), há indícios de que o Homo Sapiens Sapiens tenha surgido há mais de 50 mil anos, durante a última glaciação que ocorreu entre 100 mil e 10 mil anos. Nesta época, dita como “Era do Gelo” (cerca de 20 mil anos atrás), o homem teve que buscar locais onde houvesse um clima mais ameno para sua sobrevivência, como a Mesopotâmia dos rios Tigre e Eufrates ou os vales dos rios Indu, na Índia e Amarelo, na China.

A posse da água sempre representou uma ferramenta de poderio, como se pode ver na Mesopotâmia, onde datam de 8 mil a.C. os poços escavados e construção de cidades como grandes fortalezas. A forma de dominação dos povos estava relacionada ao poder dos rios.

Outros dados históricos também mostram como a água esteve sempre relacionada com o poder de nações e conquistas de novas regiões como, por exemplo:

- Controle de inundações do Rio Nilo como base de poder da civilização Egípcia desde 3,4 mil anos a.C.

- Obras de controle de enchentes e a oferta de água para irrigação e abastecimento das populações foram utilizadas nos vales dos rios Amarelo e Indu, em 3 mil a.C;
- Controle do rio Eufrates foi a base do poder da Primeira Dinastia da Babilônia, possibilitando ao rei Hamurábi em 1792 até 1750 a.C. unificar a Mesopotâmia.

Há, nos dias de hoje, conflitos que se estendem desde há muitos e muitos anos, onde a água é a grande causadora. O ANEXO 1 apresenta uma tabela resumo dos principais conflitos da água ocorridos na história da humanidade.

Segundo a AGENDA 21 PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (2000), o Desenvolvimento Sustentável é definido como o “desenvolvimento que atende às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades”. Através dos conflitos mundiais causados pelo poder de uso da água, nota-se um grande descompasso mundial de muitos países no que diz respeito ao adequado uso deste recurso natural.

O relatório da UNESCO - THE UN WORLD WATER DEVELOPMENT REPORT - WATER FOR PEOPLE, WATER FOR LIFE (2003) detalha a distribuição de água através do globo terrestre, conforme a tabela 3.1 abaixo apresentada:

Tabela 3.1: Distribuição da Água através do Globo Terrestre

Localização	Volume (10 ³ Km ³)	% do volume total na hidrosfera	% de água doce	Volume reciclado anualmente (Km ³)	Período em anos para renovação
Oceano	1.338.000	96,5	-	505.000	2.500
Subsolo (gravidade e capilaridade)	23.400	1,7		16.700	1400
Predominância de água doce subterrânea	10.530	0,76	30,1		
Umidade do solo	16,5	0,001	0,05	16.500	1

Continuação **Tabela 3.1:** Distribuição da Água através do Globo Terrestre

Localização	Volume (103 Km³)	% do volume total na hidrosfera	% de água doce	Volume reciclado anualmente (Km³)	Período em anos para renovação
Calotas	24.064	1,74	68,7		
Antártica	21.600	1,56	61,7		
Groelândia	2.340	0,17	6,68	2.477	9.700
Ártico	83,5	0,006	0,24		
Regiões montanhosas	40,6	0,003	0,12	25	1.600
Solos gelados	300	0,022	0,86	30	10.000
Água em lagos	176,4	0,013		10376	17
Doce	91	0,007	0,26		
Salgada	85,4	0,006			
Pântanos	11,5	0,0008	0,03	2,294	5
Água dos rios	2,12	0,0002	0,006	43.000	16 dias
Biomassa	1,12	0,0001	0,003		
Água na atmosfera	12,9	0,001	0,04	600.000	8 dias
Volume total na hidrosfera	1.386.000	100	-		
Total de água doce	35.029,2	2,53	100		

Fonte: Shiklomanov (1998) apud Tundisi (2003)

Através destes dados é possível verificar as grandes disparidades entre as quantidades de água doce e salgada, principalmente entre quantidades de águas subterrâneas e os pequenos volumes disponíveis em rios e lagos.

Os volumes de água doce estocados em rios e lagos são os mais facilmente acessíveis, sendo também os mais utilizados para atendimento dos seres humanos em suas atividades econômicas, de higiene, além da própria necessidade de sua existência para o equilíbrio do ecossistema.

Segundo AZEVEDO (2000) apud WORLD RESOURCES INSTITUTE (1999), 26 países possuem reservas internas inferiores a 1000 m³ per capita e outros 28 países, apresentam disponibilidade hídrica inferior a 2000 m³/hab.ano. A tabela abaixo agrupa os países em classes de disponibilidades versus seus níveis de consumo.

Tabela 3.2: Distribuição dos países segundo níveis de potenciais e de uso da água (m³/hab/ano).

Potenciais dos Países		Muito pobre <500 m ³	Pobre 500 - 1000 m ³	Regular 1000 – 2000 m ³	Suficiente 2000 – 10000 m ³	Rico 10.000 – 100.000 m ³	Muito Rico >100.000 m ³
Níveis de Uso da Água	Muito baixo <100	Bahamas Malta Singapura	Quênia	Buquina-Faso Fig.: 1 tiópia	Costa Marfim Gana Nigéria Tanzânia	Angola Camarões Chade Congo Indonésia Vietnã Zaire	Gabão Papua
	Baixo 100 -500	Argélia E.Árabes Gaza Iêmen Israel Jordânia Quatar Tunísia	Cabo Verde	África do Sul Haiti Líbano Marrocos Oman Polônia R. Tcheca Senegal Somália Zimbabwe	Belarus China Etiópia	Áustria Bangladesh Bolívia BRASIL Colômbia Mali Suécia Venezuela	Guiana Islândia
	Moderado 500 – 1000	Arábia Saudita Líbia		Bélgica Chipre Ucrânia	Alemanha Cuba Espanha França Holanda Índia Itália Japão México Peru Síria Sudão Suíça Reino Unido Turquia	Albânia Malásia N.Zelândia Rússia	
	Alto 1000- 2000		Egito	Paquistão	Afeganistão Bulgária EUA Filipinas Irã Sudão	Argentina Austrália Canadá Chile Madagascar	
	Muito alto >2000		EUA(Baixo Colorado)		Azerbaidjão Cazaquistão Iraque Obequistão	Turquistão EUA(Colorado)	Sibéria (Rússia) Suriname

Fonte: MARGAT (1998) apud REBOUÇAS et al (1999)

Pode-se verificar que os países desenvolvidos estão na sua maioria classificados como de elevado potencial de água doce (suficiente ou rico). No entanto, o nível de uso da água nestes países é muito elevado, sugerindo a existência de cenários insustentáveis, o que justifica a necessidade de ações estruturantes no que diz respeito ao uso da água, não apenas no aspecto quantitativo, mas também qualitativo, de forma a utilizar os recursos existentes preservando suas características de qualidade.

Além disto, é necessário o contínuo aperfeiçoamento de técnicas e tecnologias que preservem os recursos existentes para atendimento das gerações futuras.

A Figura 3.1 abaixo mostra a necessidade de haver harmonia entre disponibilidade hídrica e demanda de água, pois se nota que na Ásia, apesar do grande potencial de descarga da água doce, há um potencial por habitante muito pequeno, sendo o oposto da Austrália. Já na América do Sul, onde o Brasil se insere, há riqueza de disponibilidade de água doce, com conforto de potencial per capita.

Figura 3.1: Potenciais de água doce dos continentes e influência da população
 Fonte: REBOUÇAS et al (1999) apud Nações Unidas (1997).

Segundo REBOUÇAS (2004) apud FALKENMARK (1976), todos os países de clima árido e moderadamente desenvolvidos que tivessem descargas médias que não proporcionassem 1000 m³/hab/ano apresentariam condições de “stress” hídrico.

Este dado foi gerado a partir de um estudo realizado para as condições de abastecimento dos países membros das Nações Unidas, onde se concluiu que esta quantidade per capita seria a mínima possível para atender as necessidades de vida das pessoas que vivessem em países moderadamente desenvolvidos.

Pode-se atribuir à questão da escassez da água a variabilidade temporal e espacial, ou seja, inadequada distribuição geográfica dos recursos, degradação excessiva dos mananciais pela grande contribuição de efluentes lançados, uso ilegal dos recursos, como, por exemplo, de águas subterrâneas, gerando desequilíbrio ao ciclo hidrológico. Assim, a água passa a ser um recurso natural limitado não somente por sua quantidade, mas também por sua qualidade e localização.

Esta realidade tem feito com que governantes e profissionais da área de meio ambiente criem arcabouços legais e institucionais, com desenvolvimento tecnológico específico, visando à preservação de mananciais com redução dos níveis de poluição e a valorização da otimização do consumo de água.

Na Tabela 3.3 abaixo, apresentam-se os onze países mais pobres de água. Em alguns deles, onde existe a disponibilidade de recursos financeiros, soluções de engenharia vêm sendo implementadas com foco na Conservação de Água para suprir o atendimento à demanda.

Tabela 3.3: Os países mais pobres em água.

Países	Disponibilidade (m³/hab/ano)
Kwait	Praticamente nula
Malta	40
Quatar	54
Gaza	59
Bahamas	75
Arábia Saudita	105
Líbia	111
Bahrain	185
Jordânia	185
Singapura	211
União dos Emirados Árabes	279

Fonte: MARGAT apud REBOUÇAS et al (1999)

Segundo WORLD WATER COUNCIL (2000), prover o mundo com seis vezes mais água nos dias de hoje do que há cem anos, gerou impacto significativo para as pessoas e para o meio ambiente. Avaliando-se os impactos gerados por tal crescimento, sob uma ótica positiva, observa-se que:

- Foram feitos grandes investimentos na década internacional do suprimento de água potável e do saneamento (1981-1990), liderada por governos e organizações internacionais, o que permitiu que 80% da população mundial tivesse acesso à água potável e 50% ao saneamento básico;
- Maiores investimentos em estações de tratamento permitiram, ao longo destes últimos 30 anos, conter o declínio ou melhorar a qualidade da água superficial em muitos países desenvolvidos;
- A produção de alimentos em países em desenvolvimento acompanhou o crescimento populacional de forma a mais que duplicar o montante produzido nos últimos 40 anos.

Ao mesmo tempo, avaliando-se os aspectos negativos desta explosão populacional, ainda segundo WORLD WATER COUNCIL (2000), verifica-se que:

- No mundo, uma pessoa a cada cinco não tem acesso à água potável e mais da metade da população não tem acesso ao saneamento básico;
- A cada ano pelo menos 3 a 4 milhões de pessoas morrem por doenças de veiculação hídrica;
- Dois milhões de crianças morrem por ano de diarreia de acordo com a WORLD HEALTH ORGANIZATION (1996);
- Mais de 800 milhões de pessoas (15% da população mundial) vivem com menos de 2000 calorias por dia;
- Muitos progressos econômicos ocorreram às custas de severos impactos causados ao meio ambiente, principalmente em países desenvolvidos e em transição econômica;
- Os serviços de água (água para irrigação, suprimento para uso doméstico e industrial, tratamento de efluentes) são, na maioria dos países, subsidiados pelos governos com intuítos múltiplos como: garantir o suprimento de água, conseqüentemente alimentos e geração de empregos, entre outros, porém gerando conseqüências perversas. Os usuários não valorizam a água e a desperdiçam. Além disto, há poucos investimentos para ampliações nos sistemas de infraestrutura, desenvolvimento de pesquisas e treinamento, sendo o resultado um setor conservativo e estagnado;
- O acesso irregular à água subterrânea e a possibilidade de ter acesso às bombas elétricas e a diesel, incentivaram a extração exagerada e desestruturada das águas subterrâneas, principalmente para irrigação, reduzindo e muitas vezes afetando a qualidade de forma significativa das reservas existentes;
- Em muitos países a água continua sendo gerenciada setor por setor, muitas vezes por diferentes instituições. Esta fragmentação dificulta o gerenciamento integrado dos recursos hídricos.

Ainda como justificativa para a estagnação e falta de visão sistêmica dos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos no mundo pode-se citar os exemplos de países, onde muitas vezes, por falta de qualidade da água transportada pelos sistemas de distribuição, a população passa a ser consumidora de água engarrafada (Colômbia, Índia, México, Tailândia, EUA e Venezuela, entre outros). A indústria da água engarrafada vem crescendo progressivamente e possui produtos desde os mais luxuosos, como água mineral carbonatada até água de poço filtrada.

Segundo o relatório WORLD WATER VISION (2000), nos EUA, este mercado é de aproximadamente 4 bilhões de dólares por ano. No México, por exemplo, o consumo de água engarrafada chega a 15 bilhões de litros por ano. Ou seja, atualmente, a população de países em desenvolvimento, muitas vezes de baixa renda, paga 10 a 20 vezes mais caro do que se tivesse acesso a uma rede pública de água. Isto aponta uma grande falha dos sistemas adotados para gerenciamento dos recursos hídricos pois não há água, além do fato de que muitas vezes esta vem sendo distribuída de maneira economicamente inviável, sem garantia de qualidade, o que denigre e piora ainda mais as questões sociais, principalmente nos países mais pobres.

Segundo SHIKLOMANOV (1999) apud WORLD WATER VISION (2000), há um total de 40.000 km³ por ano de água azul disponível sendo que, deste total, 3.800 km³ são extraídos para uso humano e apenas 2.100 km³ são consumidos. A diferença retorna aos meios aquíferos e como vapor ao meio ambiente, porém há significativa redução de qualidade.

Se do total de água renovável são extraídos apenas 10%, sendo que somente 5% são consumidos, parece simples concluir pelos números que a população atual não possui grande preocupação com água. Porém, uma avaliação mais atenta dos números, mostra que:

- Do total dos recursos hídricos, uma grande fração se encontra em áreas onde a demanda humana é muito pequena, como na Amazônia, por exemplo. Sendo assim, apesar da população utilizar uma pequena fração dos recursos hídricos globais, esta fração é muito maior (muitas vezes 80-90%), em regiões áridas e semiáridas, onde a água é escassa.
- A água de chuva somente ocorre em determinadas épocas do ano e somente pode ser utilizada pelos seres humanos após ser estocada em aquíferos, reservatórios ou tanques, o que, em muitos casos, não condiz com o tempo disponível para abastecimento de muitas regiões do mundo;
- Esta relação existente entre a quantidade extraída e a consumida não mostra a degradação gerada e a perda de qualidade. Por exemplo, em muitas bacias hidrográficas de regiões temperadas, onde recursos de água adequados se mantêm estáveis ao longo do ano ocorre excessivo uso, fazendo com que as águas superficiais e subterrâneas fiquem poluídas, sendo que a água de boa qualidade torna-se escassa.

Ainda segundo o relatório WORLD WATER VISION (2000) os principais usos da água para propósitos humanos são:

- A extração de água para irrigação é de aproximadamente 70% (2500 a 3800 Km³);
- A extração para indústria é de aproximadamente 20%;
- Para usos municipais aproximadamente 10%.

A Tabela 3.4 contém os quantitativos históricos do consumo de água mundial.

Tabela 3.4: Uso Global da Água desde 1900.

Usos (km ³)	1900	1950	1995	2025*
Agricultura				
Extraído	500	1.100	2.500	3.200
Consumido	300	700	1.750	2.250
Indústria				
Extraído	40	200	750	1.200
Consumido	5	20	80	170
Municipalidade				
Extraído	20	90	350	600
Consumido	5	115	50	75
Reservatórios	0	10	200	270
Total				
Extraído	600	1.400	3.800	5.200
Consumido	300	750	2.100	2.800

*Observação: Os números apresentados são dados estimados, obtidos através de uma projeção.

Fonte: WORLD WATER COUNCIL (2000).

Segundo TUNDISI (2003), usos múltiplos de água consideram, além da utilização doméstica, a irrigação, navegação, recreação, turismo, usos industriais variados, hidroeletricidade, aquacultura, mineração e usos estéticos.

No caso do uso da água para agricultura (maior consumidor de água mundial), dependendo da tecnologia aplicada, podem-se obter indicadores significativamente diferentes. O consumo de água pode variar de 30-40% por irrigação por inundação até 90% se utilizado o método do gotejamento, segundo o relatório WORLD WATER VISION (2000). O restante da água recarrega os lençóis subterrâneos ou outros recursos. Esta água é freqüentemente reutilizada e possui elevada concentração de sais, além de conter sedimentos, contaminantes químicos, o que pode comprometer o ecossistema. Se as áreas irrigáveis não forem bem gerenciadas pode haver riscos que inclusive podem comprometer a qualidade do solo, reduzindo a produtividade.

O uso de águas subterrâneas diretamente bombeada do subsolo permitiu aos fazendeiros que autogerenciassem sua fonte de abastecimento, motivados pelos baixos investimentos necessários. O uso excessivo de tal fonte de água tem reduzido os estoques subterrâneos de forma insustentável.

No caso do uso da água pelas municipalidades, pode se citar o uso excessivo de água para o consumo humano em muitos países. Na América do Norte, a taxa de uso per capita é de aproximadamente 400 l/pessoa.dia, na Europa 200 l/pessoa.dia, enquanto em outras regiões do mundo este consumo per capita chega a ser 10-20 l/pessoa.dia. Nos países em desenvolvimento, o grande problema está relacionado com a falta de acesso a água segura, formas de suprimento acessíveis e acesso a um sistema de esgotos sanitários que garanta padrões de higiene mínimos que resguardecam a saúde humana. Segundo o relatório da SAÚDE MUNDIAL (1999) da WORLD HEALTH ORGANIZATION apud WORLD WATER VISION (2000), estima-se que 3,4 milhões de mortes no mundo se devam a doenças de veiculação hídrica.

A indústria mundial consome somente 10% da água que extrai, porém causa uma grande deterioração nos recursos existentes. Em países em desenvolvimento o consumo de água para as atividades industriais pode chegar a ser duas a três vezes maior que nos países desenvolvidos, aproximando-se do uso da água pela agricultura. A Tabela 3.5 apresenta os usos múltiplos por continente em Km³.

Tabela 3.5: Usos múltiplos de água por continente (Km³) (1995)

Região	Irrigação	Indústria	Doméstico/Municipal
África	127,7	7,3	10,2
Ásia	1.388,8	147	98
Austrália-Oceania	5,7	0,3	10,7
Europa	141,1	250,4	63,7
América do Norte e Central	248,1	235,5	54,8
América do Sul	62,7	24,4	19,1
Total Mundial	2.024,1	684,9	256,5
Percentagem do total mundial (%)	68,3	23,1	8,6

Fonte: Raven et al (1998) apud Tundisi(2003)

3.1.2 Nacional

O Brasil destaca-se, no âmbito internacional, por possuir 53% da produção de água do continente sul americano e 12% do total mundial (REBOUÇAS et al, 1999).

Segundo TUCCI et al (2000) apud TUNDISI (2003), 90% dos recursos hídricos do Brasil são utilizados para produção agrícola, industrial e consumo humano. Os recursos hídricos nacionais superficiais e subterrâneos são utilizados para consumo do abastecimento público em áreas urbanas, irrigação, usos industriais, navegação, recreação, pesca e piscicultura, aquíicultura, hidroeletricidade, abastecimento em áreas rurais e turismo.

Apesar da abundância de recursos hídricos, se avaliarmos o país de maneira mais detalhada, há um grande problema de má distribuição dos recursos, somado à grande concentração de pessoas nos centros urbanos, o que termina gerando zonas de “stress” hídrico, além dos problemas de contaminação das fontes de água.

Cabe salientar que a visão do Brasil como um país de abundância de recursos hídricos gerou efeitos danosos como uso inadequado do insumo, desperdício, a falta de compreensão por toda a sociedade de que a água é um bem de valor econômico e que deve ser preservada, bem como a falta de estabelecimento de políticas de gestão de demanda e oferta de água. Nos últimos 10 anos esta visão começou a ser revista e ações de uso racional e gestão de ofertas começaram a serem discutidas pela sociedade.

Porém, uma das questões que geram a escassez de recursos relaciona-se a relação de disponibilidade hídrica versus densidade demográfica. A tabela 3.6 mostra que as maiores disponibilidades hídricas encontram-se em bacias onde a densidade demográfica é muito baixa, da ordem de 2 a 5 hab/Km².

Tabela 3.6: **Produção Hídrica das Grandes Regiões Hidrográficas do Brasil**

Região Demográfica	Vazão Média (m ³ /s)	Porcentagem total Brasil	Densidade demográfica Hab/Km ²
Amazonas	128.900	72	2 a 5
Tocantins	11.300	6	
Parnaíba Atlântico Norte	6.000	3	
Atlântico Nordeste	3.130	1,7	
São Francisco	3.040	1,7	Varia entre 5 e 25
Atlântico Leste	670	0,3	
Paraíba do Sul	3.170	1,8	
Paraná até Foz	11.500	6,5	Varia entre 25 e mais de 100, com média de 53
Paraguai – Foz do Apá	1.770	1,0	
Uruguai - Foz Quaraí	4.300	2,4	
Atlântico Sudeste	4570	2,5	
Brasil	177.900	100	
Brasil-Amazonas Total	251.000	140	

Fonte: DNAEE (1985) apud REBOUÇAS et al (1999).

Como exemplo disto, 80% da produção hídrica brasileira encontra-se nas bacias: do Amazonas, São Francisco e Paraná. Além disto, o crescimento exagerado de demandas localizadas gera degradação excessiva nos cursos d'água ocasionando problemas relativos à qualidade da água demandada.

Nas grandes cidades, como São Paulo e Rio de Janeiro, por exemplo, estes problemas são cada vez mais acentuados.

No caso da região metropolitana de São Paulo, seus limites praticamente coincidem com a Bacia do Alto Tietê. Neste caso, o consumo total de água excede em muito a produção hídrica. Segundo PORTO (2003), dos 63,1 m³/s produzidos para abastecimento público, aproximadamente 50% são importados da Bacia do Piracicaba, além de outros 2,0 m³/s provenientes dos rios Capivari e Guaratuba.

Outro problema que se soma à má distribuição diz respeito à falta de saneamento básico. As tabelas abaixo mostram o atendimento da população do país e da região metropolitana por sistemas de esgotos sanitários.

Tabela 3.7: Distritos sem coleta de esgoto sanitário.

Região	Total de distritos	Distritos sem rede coletora de esgoto						
		Total	Principal solução alternativa					
			Fossas sépticas e sumidouros	Fossas secas	Valas abertas	Lançamento em cursos d'água	Outros	Sem declaração
Brasil	9 848	5 751	2 776	2 431	197	143	185	19

Fonte: IBGE (2000).

Pela Tabela 3.7 é possível verificar que mais de 58% dos distritos brasileiros não apresentam seus efluentes coletados por sistemas apropriados, o que contribui para o comprometimento de nossos recursos hídricos, além de gerar contaminação de solos e problemas de veiculação hídrica.

Por outro lado, a Tabela 3.8 apresenta o número de distritos adequadamente atendidos por um sistema de coleta de esgotos, da ordem de 42% do total de distritos. No entanto, destes, apenas 33% possuem tratamento de efluentes demonstrando o déficit existente na questão relacionada a infra-estrutura sanitária nacional. Estes números permitem uma melhor compreensão da perda significativa de qualidade de nossos corpos hídricos.

Tabela 3.8: Distritos com coleta de esgoto sanitário e com tratamento

Região	Distritos com Coleta de Esgotos Sanitários							
	Com tratamento de esgoto sanitário							
	Tipo de corpos receptores							
	Total	Total	Rio	Mar	Lago ou lagoa	Baía	Outro	Sem declaração
Brasil	4 097	1 383	1 111	32	101	16	116	12

Fonte: IBGE (2.000).

Tabela 3.9: Distritos com coleta de esgoto sanitário e sem tratamento.

Região	Distritos com Coleta de Esgoto Sanitário						
	Sem tratamento de esgoto sanitário						
	Tipo de corpos receptores						
	Total	Rio	Mar	Lago ou lagoa	Baía	Outro	Sem declaração
Brasil	2 714	2 295	15	110	6	293	13

Fonte: IBGE(2000).

3.1. Aspectos Legais e Institucionais

3.1.1. Internacional

No âmbito internacional, com relação aos aspectos jurídicos, será dado ênfase à questão do estabelecimento da Lei de Cobrança pelo Uso da Água, principalmente por ser esta, uma ferramenta de Gestão e através da qual, se pode impulsionar políticas de Conservação pelo Uso da Água.

Há pelo menos 30 anos, países que já vislumbravam possibilidades de enfrentar problemas relativos à escassez da água, desenvolveram instrumentos de gestão dos recursos hídricos, de forma a garantir a sustentabilidade dos recursos naturais. (THAME , 2000).

Além disto, ainda segundo THAME (2000), foram criados mecanismos de cobrança da água, considerando diferenças entre as diversas atividades econômicas, níveis sociais, porém permitindo a participação inclusive dos cidadãos nas políticas estabelecidas. Ressaltaram aspectos jurídicos relativos ao lançamento inadequado nos corpos d'água com excessivo teor poluidor, bem como estabeleceram princípios de poluidor e usuário-pagador. Segundo THAME (2000) apud MARTINEZ, define-se por princípio poluidor pagador o conceito de que o usuário poluidor deva suportar a totalidade dos custos de prevenção contra a poluição à origem da qual ele se encontra. Geralmente este conceito é imposto através de tarifas ou taxas pela emissão de efluentes, taxas sobre produtos poluentes, entre outros.

Além disto, segundo THAME (2000) apud AZEVEDO et all (2000) a experiência internacional evidência a importância da cobrança pelo uso da água como ferramenta de gestão, provendo recursos que se destinam para a adequada operação e manutenção dos sistemas existentes, bem como permitindo alocação eficiente da água, principalmente em áreas de stress hídrico. É citado ainda que a cobrança da metragem cúbica para abastecimento urbano ou agricultura é muito similar entre os diversos países precursores, no entanto para o uso industrial não há consenso, ou seja, varia incluindo taxas relativas à poluição, bem como subsídios que possam existir.

Na Tabela 3.10 abaixo podem ser avaliadas as principais características da cobrança pelo uso da água no âmbito internacional. Cabe destacar que as razões pela cobrança entre diferentes países possuem aspectos diferenciados, inclusive questões sociais, melhoria de alocação e distribuição do recurso, ou como ferramenta de incentivo à Conservação de Água.

Tabela 3.10: Características Principais das Experiências Internacionais em Cobrança pelo Uso da Água

País	Aplicação da Renda	Regulamentação e Gerenciamento	Critério de cobrança	Resultados
França	Saneamento para bacias	Comitês /agência de bacias	Preços públicos e padrões ambientais	Consolidação da bacia como unidade de gerenciamento e geração e distribuição de receita
Holanda	Saneamento nos municípios	Governo estadual e federal	Preços públicos e padrões ambientais	Níveis de cobrança elevados e crescentes forçaram práticas de controle e geraram elevadas receitas
Alemanha	Saneamento nos municípios	Governo estadual e federal	Preços públicos e padrões ambientais	Isenções de cobrança para atendimento a padrões mais restritivos aumentou controle da poluição, mas reduziu receita.
México	Coletada pelo Tesouro Nacional e adicionada as agências de gerenciamento hídrico	Governo e federal	Padrões ambientais	Aumento da receita com frágil capacidade institucional para implantação
Colômbia	Financiamento das agências de gerenciamento hídrico	Governo estadual e federal	Danos ambientais.	Complexidade dos critérios da cobrança e fragilidade institucional dificultam a implementação
Índia		Governo estadual e federal	Infra-estrutura, gerenciamento de água, e cobrança.	Enormes aumentos de preços
África do Sul	Financiamento das agências de gerenciamento hídrico; alocação equitativa e eficiente de água.	Agências federais, locais ou de bacias		
Estados Unidos da América	Financiamento das agências de gerenciamento hídrico	Governo estadual e federal		Subsídios para irrigação

Nota: QT=Cobrança por Quantidade; QL= Cobrança por qualidade.

Fonte: ASAD et al. (1999); SEROA DA MOTTA (1998)

Segundo THAME (2000), a experiência da França somente se viabilizou quando houve consenso; nas regiões de maior escassez a cobrança foi facilmente estabelecida; regiões com maior fluidez de recursos implementaram rapidamente ações que resultaram em incentivos para outras regiões. No México, 50 % dos valores arrecadados eram provenientes da cobrança pelo volume captado e o restante daqueles que poluíam. Nos anos seguintes esta proporção foi sendo alterada e atualmente 90% dos recursos são provenientes de quem polui.

Além disto, cabe destacar alguns exemplos de atos ou declarações que impulsionaram ações a favor da Conservação de Água. A exemplo disto, pode-se citar os Estados Unidos, através dos seguintes atos:

– ***CLEAN WATER ACT(1972)*** – *Ato das Águas Limpas dos EUA:*

A preocupação do uso e poluição das águas nos EUA levaram o governo, a estabelecer um Ato Federal de Controle de Poluição das Águas Americanas no ano de 1972.

O Ato das Águas Limpas, datado de 1972, estabelece a estrutura básica de regulamentação de descarga de poluentes nos rios dos Estados Unidos da América.

Foi estabelecido que a EPA – Environmental Protection Agency – Agência de Proteção Ambiental seria responsável por implementar programas de controle ambiental, como, por exemplo, estabelecer padrões de qualidade de efluentes para segmentos industriais, bem como estabelecimento de requisitos de qualidade para todos os contaminantes em águas superficiais.

Desta forma houve a estruturação de estações de tratamento de efluentes e implementação de programas para resolução de problemas críticos de poluição em mananciais.

– **FEDERAL ENERGY POLICY ACT, 1992 (EPact), estabelecido nos EUA:**

Segundo VICKERS (2001), o EPact assinado pelo presidente George H. W. Bush estabelecia pela primeira vez em âmbito nacional para os EUA normas padronizadas de eficiência do uso da água para bacias sanitárias, mictórios, chuveiros e torneiras fabricados após Janeiro de 1994. O Ato possui como base de atuação três componentes: o estabelecimento de padrões máximos do uso da água por equipamentos hidráulicos, requisitos de marcação dos produtos e recomendações de programas de incentivo estaduais e locais para substituição dos novos equipamentos.

Segundo o documento técnico “*The energy policy act: Assessing its impact on utilities*”, a redução da demanda de água e dos volumes de efluentes gerados nos EUA deverão influenciar nas decisões políticas e de planejamento das utilidades públicas. Atualmente, a eficiência de água e energia de máquinas de lavar pratos e roupas também foi melhorada no sentido de contribuir com a Conservação de Água.

Tabela 3.11: Requisitos Federais de Máximo Uso da Água para Equipamentos Hidráulicos

Equipamentos	Máxima Vazão Permitida	Data a partir da qual a norma se efetivou
Caixa Acoplada para Bacia Sanitária	6l/acionamento	01/01/1994
Válvula de descarga para Bacia Sanitária	6 l/acionamento	01/01/1994
Mictórios (todos os tipos)	3,8 l/acionamento	01/01/1994
Chuveiros (todos os tipos)	9,4 l/minutos para 56 mca 8,25 l/minuto para 42 mca	01/01/1994
Torneiras para Lavatórios	9,4 l/minutos para 56 mca 8,25 l/minuto para 42 mca	01/01/1994
Substituição de arejadores em lavatórios		
Torneiras de cozinha		

Continuação **Tabela 3.11:** Requisitos Federais de Máximo Uso da Água para Equipamentos Hidráulicos

Equipamentos	Máxima Vazão Permitida	Data a partir da qual a norma se efetivou
Substituição de arejadores em torneiras de cozinha	9,4 l/minutos para 56 mca 8,25 l/minuto para 42 mca	01/01/1994

Fonte: Adaptado de VICKERS (2001).

– ***GUIDELINES FOR WATER REUSE – USEPA (Diretrizes para reúso de água nos EUA)***

Em 1980 foi elaborado um guia de reúso de água nos Estados Unidos pela Agência de proteção ambiental (EPA) com revisões ocorridas em 1992 e 2004.

Estas diretrizes fixam conceitos de aplicação de reúso de água potável e não potável, tecnologias apropriadas de tratamento de efluentes, potenciais de aplicação do reúso, entre outros.

Cabe ressaltar que nos Estados Unidos, 25 estados já possuem regulamentação específica para o reúso de água. Ainda, segundo a USEPA(2004), 6,4 milhões por dia de efluentes são reutilizados e o crescimento do uso de efluentes tratados cresce a uma taxa anual de 15% em volume.

A Flórida reutiliza $2,2 \times 10^6$ m³ de efluentes, enquanto a Califórnia 2×10^6 m³ todos os dias.

– ***Legislação na Inglaterra – “WATER BYELAWS”***

A Conservação de Água realmente se tornou tema de importância nacional a partir de 1976. No entanto, há diversas citações que reforçam a preocupação com a Conservação de Água já explicitada anteriormente nas leis Inglesas.

Em 1847, “*Waterworks Clauses Act*” fixava um marco regulatório para o controle de desperdício e mau uso da água.

Em 1867 um relatório desenvolvido pelo chamado “*Select Committee*” (similares ao Senado, podem sugerir alterações nas leis) comentou a necessidade de se reduzir o uso da água. Em 1872 foi estabelecida que as bacias sanitárias teriam 2 galões imperiais ou seja, 9 litros por descarga.

Em 1900, regulações ou “*ByeLaws*” Locais foram aceitas na maioria das cidades Inglesas. Em 1919, o Comitê de Regulações de Água (*Joint Committee on Water Regulations*) estabelece os “*Models ByeLaws*” nacionalmente.

Em 1926, o ministério da saúde, responsável no governo por este assunto, revisou os *Models ByeLaws*. O Ato das Águas de 1945 substituiu todos as legislações anteriores.

Em 1947 houve a aplicação efetiva dos *Models ByeLaw*. Houve uma grande revisão nestes modelos em 1999. Estes foram substituídos pelas Regulamentações do Suprimento de Água (“*Water Supply and Fittings Regulations*”). Estas regulamentações possuem o mesmo propósito das anteriores *ByeLaws* porém com ênfase adicional na Conservação de Água. Estas regulamentações foram impostas aos consumidores de água, e devidamente assistidas pela WRAS (*Water Regulations Advisory Scheme*).

3.1.2. Nacional

3.1.2.1. Aspectos Legais

Há no Brasil um arcabouço legal que atua na esfera federal, estadual e municipal. Cada região do país possui seu arcabouço de leis municipais e estaduais vigentes na questão da água e diretrizes de usos específicos, as quais devem ser consideradas quando da implantação de um PCA.

A seguir são apresentadas algumas leis nacionais que subsidiam o desenvolvimento de PCA, tais como:

- DECRETO nº 24.643/10 de julho de 1934. – Código de Águas. – Dispõe os diversos usos da água, para os diversos fins.
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de i
- Impacto Ambiental – RIMA. – Determina que tipo de atividade deve possuir EIA.
- RESOLUÇÃO CONAMA no 20, de 18 de junho de 1986 – Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional.
- LEI nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001 de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. – Institui sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, disciplinando sua outorga, a cobrança por seu uso (derivação e lançamento de efluentes), rateio de custos e institui penalidades.
- LEI Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - LEI DE CRIMES AMBIENTAIS. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. – Se o crime: causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade; Pena - reclusão, de um a cinco anos.
- LEI nº 9.984, de 17 de julho de 2000 – Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.
- Portaria MS 518, de 2004 – estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

No âmbito estadual, destacando-se o Estado de São Paulo, pode-se citar como principais leis, decretos e resoluções relativas à Conservação de Água as referenciadas a seguir:

- Constituição Estadual, de 05 de outubro de 1989. Capítulo IV, Do Meio Ambiente, dos Recursos Naturais e do Saneamento. Seção II, Dos Recursos Hídricos.
- Lei nº 2.090, de 27 de agosto de 1979. Proíbe a instalação e funcionamento de indústrias de alto risco poluidor na bacia de drenagem do Rio Paranapanema.
- Lei nº 5.597, de 06 de fevereiro de 1987. Estabelece as normas e diretrizes para o zoneamento industrial no estado de São Paulo.
- Lei nº 6.134/88 – Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo, e dá outras providências.
- Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1998. Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo
- Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- Lei nº 7.750, de 31 de março de 1992 – Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e dá outras providências.
- Lei nº 9.825, de 05 de novembro de 1997. Restringe as atividades industriais nas áreas de drenagem do Rio Piracicaba.
- Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997 – Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências.
- Decreto nº 45.805, de 15 de maio de 2001. Institui o programa Estadual de Uso Racional da Água Potável e dá providências correlatas.
- 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;
- Portaria DAEE nº 12/96.– Normas para a emissão de licença de execução e da licença de operação de poços tubulares profundos, assim como da outorga final para exploração de águas subterrâneas no território do estado de São Paulo.

- Portaria DAEE nº 717 de 12 de dezembro de 1996. Disciplina o uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Estado de São Paulo. – Aprova a norma e os anexos I a XVIII, que disciplinam o uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Estado de São Paulo.
- Projeto de Lei nº 676, de 2000. Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo, os procedimentos para fixação dos seus limites, condicionantes e valores e dá outras providências.

Em 15 de maio de 2001, foi instituído o Programa Estadual de Uso Racional de Água Potável através do Decreto Estadual 45.085/01. O objetivo do decreto era estabelecer uma cultura de uso responsável da água pelos órgãos públicos estaduais, através da implantação de metodologias, promoção e articulação de ações para a redução do consumo e o uso racional da água potável.

O decreto nº 48.138 de 7 de outubro de 2003, publicado no DOE de 08.10.2003, Poder Executivo, Seção I pelo Governador Geraldo Alckmim, institui medidas de redução de consumo e racionalização do uso de água no âmbito do Estado de São Paulo, considerando a necessidade de redução do consumo de água, além da necessidade de sensibilizar, orientar e reeducar os agentes públicos e privados, para a utilização da água de maneira racional e eficiente.

O artigo 1º explicita que os órgãos da administração pública direta, autarquias, fundações instituídas ou mantidas pelo Poder Público e empresas em cujo capital o Estado tenha participação majoritária, deverão implantar e promover ações para a redução do consumo de água. O decreto cita as ações de adequação de processos que utilizam água, como lavagem de áreas externas e internas, além de explicitar a implantação de rotinas para redução do desperdício de água, como por exemplo, estabelecimento de plano de redução de vazamentos.

No âmbito municipal, dando destaque a cidade de São Paulo, foi promulgada em 04/01/02 a Lei Municipal 13.276 que torna obrigatória a construção de um reservatório de retenção de águas pluviais, nomeado de piscininha, em obras que tenham área de impermeabilização maior que 500 m² no Município de São Paulo. Foi uma lei estabelecida com ênfase em auxiliar os problemas relativos às enchentes da cidade de São Paulo, porém sem a ótica da Conservação de Água, não sugerindo nenhum tipo de aproveitamento desta fonte de água. Atualmente, em muitos projetos onde há necessidade da execução de reservatórios de detenção desta água, já estão sendo elaborados projetos de uso e aplicação de tal fonte para fins de usos menos nobres, como lavagem de calçadas, rega de jardins, entre outros.

Não é somente a escassez da água que incentiva a atuação na sua Conservação. A cobrança pelo uso da água, fundamentada legalmente pelos: Código de Águas de 1934; Política Nacional do Meio Ambiente - Lei Federal 6938/81, Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei 9433/97 e Agência Nacional de Águas – Lei 9984/2000, juntamente com a outorga pelo direito de uso, impulsionam ainda mais a implantação dos PCAs, principalmente nos usuários industriais onde tal cobrança pode gerar significativos impactos financeiros.

Cabe destacar a Lei Federal 9433, promulgada em 08 de Janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. No capítulo I, Art. 1º destaca-se como fundamento da Política Nacional o fato da água ser um bem escasso e de valor econômico, prioritariamente utilizado para fins de abastecimento humano. Ainda apresenta as bacias hidrográficas como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Nos Capítulos II e III da Lei Federal cita-se, respectivamente, o uso racional e a gestão integrada dos recursos hídricos, de forma a se estabelecer um desenvolvimento sustentável, e a importância da não dissociação dos aspectos da qualidade e quantidade de água.

Ainda no capítulo V, são apresentados como ferramenta da Política Nacional dos Recursos Hídricos: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios; e por fim o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Segundo GARRIDO (2000), a cobrança pelo uso da água é uma ferramenta muito eficiente, a qual induz o usuário a utilizar este insumo de maneira racional. Outro aspecto fundamental e que deve ser utilizado junto a Cobrança pelo Uso da água é a Outorga de Direito pelo Uso de Recursos Hídricos.

Segundo KELMAN (1997), a Lei 9433/97 baseia-se na doutrina Ribeirinho, ou seja, estabelece que a água não pode ser privadamente apropriada assim como o ar, vida selvagem, entre outros. Desta forma, cria mecanismos para moderar eventuais contradições entre diferentes usuários de uma mesma bacia. Ainda segundo o mesmo autor, a outorga de direito garante ao usuário o uso da água, concedido pelo poder outorgante, Governo Federal ou Estados. Para concessão do pedido, o poder outorgante avalia a disponibilidade qualitativa e quantitativa em detrimento aos demais usos da região, antes da aprovação do pedido. A outorga possui validade conforme citado no artigo 16, da Lei Federal 9433, de 1997.

Discorre ainda sobre os princípios do “poluidor-pagador” e do “usuário-pagador”, que norteiam a cobrança pelo uso da água, bem como sobre a natureza jurídica e as finalidades dessa cobrança. Argumenta que a Política de Recursos Hídricos e a aplicação da Lei só serão efetivadas mediante a cooperação entre os Poderes do Estado e o envolvimento de toda a sociedade civil.

De maneira resumida, a cobrança possui três finalidades básicas: reconhecer o valor econômico da água, incentivar a racionalização pelo fato de estabelecer que uma vez consumindo menos, menor será a cobrança, incentivando a busca por ações de Conservação de Água; e para financiamento da recuperação ambiental dos recursos hídricos.

Segundo KELMAN (2000), a outorga garante ao usuário o direito de uso da água, sendo o poder outorgante (Governo e Estados) avaliar cada pedido de outorga, verificando se as quantidades existentes são suficientes, considerando aspectos qualitativos e quantitativos. Desta forma a outorga ordena e regulariza os diversos usos da água. Se concedida, a outorga protege o usuário contra mau uso por outros usuários. A outorga tem prazo de validade limitado (artigo 16 da Lei 9433/97).

Uma vez concebida a outorga, o ato é publicado no Diário Oficial da União (caso da ANA), ou nos Diários Oficiais dos Estados ou Distrito Federal, onde se identifica o outorgado e são estabelecidas as características técnicas e as condicionantes legais do uso das águas que o mesmo está sendo autorizado a fazer.

A outorga deve ser solicitada à Agência Nacional de Águas – ANA que é a responsável pela análise dos pedidos e emissão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos em corpos hídricos de domínio da União. Em corpos hídricos de domínio dos Estados e nos casos específicos de outorga para o uso de água subterrânea, a solicitação de outorga deve ser feita às respectivas autoridades outorgantes estaduais.

De maneira resumida, os usos que dependem de outorga são:

- A derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo d'água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- A extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- Uso de recursos hídricos com fins de aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

A outorga somada a cobrança pelo uso da água, devem ser compreendidos como instrumentos de incentivo à busca por ações de Conservação de Água. Para tal, é fundamental a busca pela eficiência dos processos industriais para a viabilização do uso dos recursos hídricos. Além disto, a outorga possui valor econômico, pois garante o acesso a água.

3.1.2.2. Aspectos Institucionais

Segundo OLIVEIRA (1999), a gestão do uso da água deve ser avaliada em três níveis sistêmicos:

- Nível macro: sistemas hidrográficos;
- Nível meso: sistemas públicos de abastecimento de água e de coleta de esgotos sanitários;
- Nível micro: processos prediais e industriais.

No Brasil, no nível macro, foi criada em 2000, pelo Congresso Nacional e vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, a ANA – Agência Nacional de Águas,,para disciplinar a utilização dos rios, evitando a poluição e desperdício, garantindo qualidade e quantidade às gerações futuras.

No nível meso, cabe a cada concessionária a implantação de sistemas de gerenciamento que garantam qualidade e quantidade de água aos consumidores, bem

como a preservação ambiental dos recursos. Neste nível, destaca-se a SABESP - Companhia de Água e Esgoto do Estado de São Paulo, fundada em 1973, cujo atendimento em 2002 alcançou 24,8 milhões de pessoas. As fontes de abastecimento disponíveis não são suficientes para fornecer água a toda população. Como forma de melhorar a distribuição da quantidade de água existente, a SABESP iniciou, em 1995 o Programa de Uso Racional da Água – PURA com objetivo de melhorar a forma como a água é utilizada, com diminuição de perdas e desperdícios e com a conscientização da população da importância da preservação.

As atuações do PURA enfatizam mudanças de comportamento inibindo atividades que desperdiçam água; implementando leis e normas para o uso racional; incentivando desenvolvimento tecnológico e disponibilizando informações com foco na redução de consumo.

Em 1997, instituiu-se no Brasil, o PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, através de uma articulação entre os Ministérios do Meio Ambiente, Minas e Energia e Planejamento, e desenvolvido pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Segundo OLIVEIRA (1999), o PNCDA atua nos níveis meso e micro, com ênfase na economia de água nos sistemas prediais e urbanos, interligando-se com programas do âmbito federal. No ano de 2003 foram retomados os documentos técnicos, sendo muitos destes novos documentos da temática da Conservação de Água.

No nível micro, cabe à sociedade valorizar a água como um bem finito, de valor econômico e como tal estratégico para desenvolvimento de suas atividades. A demanda de água de uma edificação pode e deve ser otimizada, o que conseqüentemente, reduz a quantidade de efluentes gerados, contribuindo desta forma com o grau de despoluição dos recursos naturais, além de contribuir para preservar os suprimentos existentes para as futuras gerações.

Em 1998 foi implementado o Programa de Garantia da Qualidade para o Uso Racional da Água – Módulo Louças Sanitárias, numa ação conjunta da ASFAMAS – Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento

– Grupo Setorial de Louças Sanitárias, do SINDICERÂMICA – Sindicato das Indústrias de Cerâmica Sanitária do Estado de São Paulo; do CEDIPLAC – Soluções para o Habitat Humano, e da TESIS Tecnologia de Sistemas em Engenharia, empresa de terceira parte, responsável pela Gestão Técnica.

Ressalta-se que o trabalho realizado pelas indústrias nacionais de louças sanitárias destacou-se no âmbito internacional, sendo que, por exemplo, no caso da Ideal Standard, o Centro de Excelência de Tecnologias desta Multinacional é atualmente é a unidade brasileira.

Este Programa da Qualidade está cadastrado no Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), o qual congrega uma série de Programas Setoriais Nacionais, contendo a relação de materiais cuja fabricação é acompanhada, buscando-se garantir que os produtos sejam fabricados no mínimo em conformidade com as normas brasileiras e destacando-se os não conformes, orientando desta forma os futuros usuários para aquisição de materiais com qualidade garantida.

Em 1998, foi estabelecida pelo PBQP-H uma submeta para combate ao desperdício de água conforme a qual os fabricantes de louças sanitárias deveriam adequar suas bacias sanitárias para, a partir de Janeiro de 2003, só produzirem bacias com volume reduzido nominal de 6 litros. Durante o ano de 2000 foi desenvolvido um projeto de pesquisa sob o título: “Estudo para Definição do Volume Reduzido de Descarga para a Operação de Bacias Sanitárias”.

O objetivo do estudo foi estabelecer um menor consumo de água garantindo o perfeito desempenho funcional das bacias sanitárias, promovendo desta forma o uso racional da água.

Assim, as tecnologias usuárias de água também vêm, através de articulações setoriais, buscando aprimoramento contínuo para garantia do uso racional da água, contribuindo desta forma com a questão da escassez.

3.2. Fontes de Água no Brasil

A água necessária para realização das diversas atividades consumidoras pode ser obtida através das seguintes principais fontes:

- Concessionária;
- Captação direta de mananciais;
- Águas subterrâneas.
- Águas pluviais;
- Reúso de Efluentes.

O abastecimento de água requer a garantia da continuidade do fornecimento, bem como da qualidade necessária a cada uso específico, resguardando a saúde pública dos usuários internos e externos.

É de responsabilidade das concessionárias de saneamento básico, o fornecimento contínuo de água com as características de potabilidade fixadas pela Portaria MS 518 de dezembro de 2004, do Ministério da Saúde.

Os demais meios de obtenção de água para abastecimento transferem esta responsabilidade para os usuários. Com a utilização de fontes alternativas, o usuário passa a ser “produtor de água” e como tal, deve adotar os seguintes cuidados:

- Atendimento à legislação – outorga pelo uso;
- Atendimento às normas vigentes;
- Tratamento adequado da água a ser utilizada para garantia da potabilidade necessária para os usos específicos;
- Sistema de gestão e monitoramento contínuo da qualidade e quantidade;
- Capacitação e conscientização dos usuários envolvidos.

Os usuários têm o hábito de consumir água, sem que muitas vezes sejam questionados os aspectos relativos à sua qualidade. O uso negligente de fontes alternativas de água pode colocar o consumidor em risco pela utilização inconsciente de água contaminada.

3.2.1. Concessionárias ou Prestadoras de Serviços

Uma das principais fontes de abastecimento de água são as concessionárias de saneamento. Uma grande vantagem em utilizar água das concessionárias refere-se à qualidade e quantidade da água fornecida.

Cabe ressaltar que a Concessionária possui diferentes modalidades de fornecimento de água, o que muitas vezes pode ser economicamente atrativo para determinadas indústrias.

Além do fornecimento de água potável, existem atualmente concessionárias que fornecem água de reúso, o qual deve ser considerado também como fonte alternativa de água pra usos específicos. A análise de aplicação da água de reúso deve considerar aspectos técnicos da qualidade da água e avaliação econômica, considerando além da tarifa de fornecimento, custos de transporte, se houver, custos associados à gestão, tratamentos adicionais, se necessário, entre outros.

Como atualmente ainda é praticamente nula a existência de rede de distribuição de água de reúso, na maioria dos casos, a água de reúso é transportada por caminhões pipa, o que deve ser considerado durante a análise de uso desta fonte. Além disto, muitas vezes as necessidades de qualidade específicas diferem da qualidade desta água, sendo necessário um tratamento adicional, além da incorporação no Sistema de Gestão estabelecido.

A Tabela 3.12 apresenta a distribuição dos prestadores de serviços de água potável e esgoto, demonstrando que os serviços de água atendem a 74,3% do total de municípios do Brasil e a 91,8% da população urbana nacional. Em termos dos serviços de esgotos, esses percentuais são 16,8% e 66,2%, respectivamente.

Tabela 3.12: Distribuição dos prestadores de serviços participantes do Diagnóstico do SNIS (2001), segundo características do atendimento.

Prestador de serviços		População urbana dos municípios atendidos		Quantidade de municípios atendidos	
Abrangência	Quantidade	Água (milhões)	Esgoto (milhões)	Água	Esgotos
Regional	26	105,1	71,4	3.892	802
Microrregional	4	0,5	0,3	12	6
Local	230	23,0	21,1	230	127
Brasil	260	128,6	92,8	4.134	935

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de água e esgotos de 2001 - Sistema Nacional de informações sobre saneamento – (SNIS).

Tabela 3.13: Níveis de atendimento urbano com água e esgotos dos prestadores de serviços.

Abrangência	Índice de atendimento urbano (%)		
	Água	Coleta de esgotos	Tratamento dos esgotos gerados
Regional	91,1	38,3	29,8
Microrregional	86,0	3,1	2,1
Local	97,8	77,4	17,0
Brasil	92,4	50,9	25,6

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de água e esgotos de 2001 - Sistema Nacional de informações sobre saneamento – (SNIS).

Do total de ligações de água e esgotos, 50% destas e 60% da receita operacional das regiões nacionais, ocorrem na Região Sudeste. Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto (2001) somente a SABESP-SP, com uma receita da ordem de R\$ 3,5 bilhões, responde por 36% do valor referente a todo o subconjunto de prestadores de abrangência regional e por 61% das receitas desses prestadores na Região Sudeste. O segundo maior faturamento é da CEDAERJ, também da Região Sudeste, com cerca de R\$ 1,3 bilhão.

Para tornarem potável a água que distribuem, as concessionárias utilizam tecnologias de tratamento, específicas para cada caso, de forma a eliminar todos os poluentes e agentes ameaçadores à saúde.

Além da eficácia do tratamento, as concessionárias são responsáveis pela pesquisa e monitoramento contínuo na rede pública de água, coletando amostras e realizando análises sistemáticas. Somente na Região Metropolitana de São Paulo, por exemplo, a concessionária local coleta mais de 20.000 amostras mensais, em diferentes pontos da rede pública.

Cabe ressaltar que, em geral, não existe limitação, por parte da Concessionária, na quantidade de água que o consumidor pode retirar da rede pública de abastecimento. Além da distribuição de água, as concessionárias também são responsáveis pela coleta, tratamento e disposição dos efluentes gerados.

Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto (2001), a tarifa média praticada (considerando todos os prestadores de serviços do Diagnóstico 2001) foi de R\$1,03/m³. A Figura 3.2 abaixo apresenta a evolução das Tarifas por região do país.

Figura 3.2: Tarifa média de água por região

Fonte: Diagnóstico dos Serviços de água e esgotos de 2001 - Sistema Nacional de informações sobre saneamento – (SNIS).

Em resumo, a Concessionária fornece água na quantidade desejada pelo consumidor e nos padrões de qualidade exigidos para consumo humano, sendo responsável pela produção da água potável, coleta e tratamento de efluentes através de um sistema de gestão da sua qualidade e quantidade.

3.2.2. Captação Direta de Mananciais

Uma forma alternativa para o abastecimento de água, utilizada principalmente pelas indústrias e para agricultura, é a captação direta de um corpo d'água superficial, motivada pela inexistência de rede pública no local ou pela economia obtida.

Nestes casos, existe a necessidade de implementação, pelo usuário, de técnicas de tratamento da água ao uso que se destina, devendo ser respeitados e resguardados a legislação, a saúde humana e o meio ambiente. É necessária, ainda, a implantação de um sistema de gestão e monitoramento contínuo da qualidade e quantidade da água.

Os custos totais, em muitos casos, podem ser elevados, pois incluem custos operacionais de: bombeamento, tratamento, produtos químicos, energia, manutenção preventiva, técnicos envolvidos e monitoramento contínuo. Além disto, como já citado, a água é um bem de valor econômico sujeito à cobrança pelo uso, conforme legislação vigente.

3.2.3. Águas Subterrâneas

Segundo REBOUÇAS et al (1999) houve uma evolução significativa a partir da década de 50 com relação ao conceito de água subterrânea. Este termo referia-se até então à água da zona saturada do subsolo, capaz de alimentar um poço, por exemplo, para atendimento de uma demanda específica.

Os estudos hidrogeológicos possuíam informações limitadas ao local de captação (poço escavado, galeria, entre outros), bem como avaliação de sua produtividade. Na década de 60 já se compreende a necessidade de uma abordagem sistêmica de condições de uso e proteção das águas subterrâneas, interligando questões de quantidade e qualidade.

A partir da década de 70 foi possível avaliar a importância dos processos físico-químicos de tratamento que ocorrem na zona não saturada, fator determinante para as características qualitativas e quantitativas da água.

Desta forma, o termo águas subterrâneas engloba toda a água que está abaixo de uma determinada área: água do solo, água das zonas não saturadas e saturadas, água de camadas aflorantes muito permeáveis (aquífero livre), aquífero confinado, aquitardes, aquiocludes, (REBOUÇAS et al, 1999).

As águas subterrâneas são consideradas, pela legislação vigente, parte integrante e indissociável do ciclo hidrológico. A exploração inadequada destas águas pode resultar na alteração indesejável de sua quantidade e qualidade. A exploração e utilização de águas subterrâneas são permitidas e regulamentadas.

Segundo REBOUÇAS et al (1999) estima-se que no mundo mais de 300 milhões de poços tenham sido perfurados nos últimos 25 anos, sendo que mais de 50% da população consome tal fonte de água.

A AGENDA 21 PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (2000), no capítulo 18 cita a necessidade de integração dos recursos hídricos, superficial e subterrâneo, no nível das bacias hidrográficas.

Segundo REBOUÇAS et al (1999), as águas subterrâneas nos EUA, sob controle federal e estadual, são responsáveis por 39% dos serviços municipais e 75% da população rural e abastecimento de indústrias.

Na Comunidade Européia a fonte subterrânea chega a suprir 75% dos sistemas de abastecimento, sendo que na Dinamarca, Suécia, entre outros países, é superior a 90%, justificando o sistema de controle existente para exploração de tal fonte.

No Brasil há um descontrole muito grande do uso das águas subterrâneas, sendo muito difícil caracterizar sua utilização. Na Tabela 3.14 são apresentadas as reservas de água subterrâneas e intervalo de vazão de poços no Brasil.

Tabela 3.14: Reserva de água subterrânea e intervalo de vazão de poços no Brasil

Domínio Aquífero	Área (1.000 Km ²)	Volume de Água (Km ³)	Interv. Vazão Poço (m ³ /h)
Substrato aflorante	600	80	<1-5
Substrato Alterado	4.000	10.000	5-10
Bacia Sed. Amazonas	1.300	32.500	10-400
Bacia Sed. São Luís-Barreirinhas	50	250	10-150
Bacia Sed. Maranhão	700	17.500	10-1000
Bacia Sed. Potiguar-Recife	23	230	5-550
Bacia Sed. AL/SE	10	100	10-350
Bacia Sed. Jatobá-Tucano-Recôncavo	56	840	10-500
Bacia Sed. Paraná (Brasil)	1.000	50.400	10-700
Depósitos Diversos	773	411	2-40
Totais	8.512	112.000	

Fonte: REBOUÇAS, 1998 apud REBOUÇAS et al, 1999.

Os usos múltiplos das águas subterrâneas são principalmente abastecimento industrial, de usuários residenciais e comerciais, irrigação, calefação, balneoterapia, engarrafamento de águas minerais e potáveis de mesa, entre outros.

A Tabela 3.15 observa que do total de distritos brasileiros há um grande uso da água subterrânea (da ordem de 60%), principalmente por meio de poços profundos.

Tabela 3.15: Distritos, total e abastecidos, por tipo de captação – 2000.

Unidade	Total de distritos	Distritos abastecidos				
		Total	Tipo de captação			
			Superficial	Poço raso	Poço profundo	Adutora de água tratada
Brasil	9 848	8656	4236	774	4609	1160

Fonte: IBGE, 2000.

É fundamental que a construção de poços seja realizada de acordo com as normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, com registro no CREA e controle dos órgãos outorgantes. Em São Paulo, por exemplo, a licença para perfuração e utilização de poço é concedida pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, que estabelece as normas que regem o projeto de construção de poços tubulares profundos e controlam sua utilização.

Cabe ressaltar que para a execução de um poço deve-se, de maneira resumida, realizar as seguintes etapas:

- Pesquisa hidrogeológica onde ocorre a determinação da ocorrência de aquíferos e potencialidade, envolvendo trabalhos de campo, mapas geológicos, fotografias aéreas. Também determinam o uso da água para finalidades distintas;
- Projeto onde se elabora o dimensionamento do poço, de acordo com a geologia do local e as necessidades envolvidas;
- Perfuração com a utilização de equipamentos compatíveis com as exigências. Além disso, requer mão de obra especializada. Além da perfuração, faz-se os serviços de instalação de tubos de revestimentos, filtros, pré-filtro, desenvolvimento (limpeza e ativação do poço), cimentação (isolamento de águas indesejáveis), laje de proteção e desinfecção;

- Ensaio de produção onde a água do poço é bombeada, observando-se os dados como variações do nível da água no interior do poço e a vazão produzida durante um período de tempo pré-determinado. Com os dados obtidos no ensaio poderão ser dimensionadas: vazão ideal de operação (litros/hora), regime ideal de bombeamento (horas/dia) e equipamento hidráulico apropriado (bomba e tubos de adução);
- Coleta da água bombeada para análise em laboratório competente para caracterizar a sua qualidade, através de análise físico-química e bacteriológica;
- Monitoramento desde o início de sua operação, supervisionada por técnico legalmente habilitado (geólogo, engenheiro de minas, engenheiro civil e/ou engenheiro químico).

Atualmente no Brasil se conhece muito pouco sobre a localização exata dessas reservas. As empresas de perfuração de poços armazenam informações, sobre o pouco que se conhece sobre o subsolo, principalmente das regiões do interior de São Paulo, Capital, Grande São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Destaca-se que o aumento do uso desta fonte em usuários residenciais e comerciais, na maior parte dos casos, se dá devido à redução de custos, pois o mesmo é taxado apenas em função da quantidade de efluentes encaminhados à rede pública de acordo com leitura realizada em medidor instalado na saída do poço artesiano.

Porém, deve-se atentar ao fato que os custos operacionais existem e podem ser significativos, além da necessidade de implantação de um sistema de gestão apropriado, bem como, as taxas relativas à Cobrança pelo Uso.

Cabe ressaltar, ainda, que muitas vezes, os usuários estão sujeitos ao consumo de água de má qualidade, pela inexistência de um sistema de gestão apropriado que garanta a qualidade da água consumida.

Além disto, a perfuração de poços artesianos deve ser realizada por empresa capacitada, com tecnologia apropriada, com base em projeto específico, sem que haja comprometimento da qualidade da água do lençol freático.

3.2.4. Águas Pluviais

A água de chuva é uma forma antiga e das mais simples de abastecimento. Mesmo nos dias de hoje, a ilha de Fernando de Noronha, por exemplo, tem quase 100% de seu consumo de água suprido por águas pluviais reservadas em cisternas.

Segundo SOARES et al (2000), a idéia de estocar água de chuva para uso posterior foi realizada na Austrália em 1948 assim como em Israel e Estados Unidos em 1930. Atualmente, o aproveitamento de águas pluviais em regiões áridas e semi-áridas é uma prática comum em muitas regiões do mundo, inclusive no Brasil.

Cabe ressaltar, no entanto, que a utilização de águas pluviais, como fonte alternativa ao abastecimento de água de requer, da mesma forma que nos casos anteriores, a gestão da qualidade e quantidade.

TUCCI (1999) apud REBOUÇAS et al (1999) cita que a qualidade da água de chuva não é melhor que a de um efluente proveniente de tratamento secundário. Os principais indicadores da qualidade da água são os parâmetros que caracterizam a poluição orgânica e a quantidade de metais.

Segundo MAY (2004), a água de chuva pode ser utilizada para usos não potáveis como lavagem de áreas externas, veículos, bacias sanitárias, sistemas de ar condicionado e sistemas de combate a incêndio. A aplicação de tal fonte de água implica em controle de sua qualidade e verificação da necessidade de tratamento específico, de forma a não comprometer a saúde de seus usuários, bem como vida útil dos sistemas envolvidos.

Ainda segundo MAY (2004), em pesquisa realizada na Universidade de São Paulo, foram constatadas as seguintes características da água de chuva coletada e armazenada em reservatório:

- A água de chuva tem características de água mole;
- pH variou entre 5,8 a 7,6;
- Sólidos devem ser retirados através de uma sedimentação de partículas e de matéria orgânica. O uso de peneiras para retirada de galhos e folhas diminui a concentração de material orgânico, evitando entupimento em componentes do sistema;
- DBO_{5,20} menor que 10;
- Coliformes fecais em mais de 98% das amostras realizadas;
- Bactérias presentes: *Clostrídio* sulfito redutor (91% das amostras), causam intoxicação alimentar, entre outras; *Enterococos* (98% das amostras), causam diarreia aguda; *Pseudomonas* (em 17% das amostras), causam infecções urinárias.

Em pesquisa de mestrado realizada na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo foram coletadas e analisadas amostras de água de chuva provenientes da cobertura de um edifício local. A tabela 3.16 consolida os dados obtidos.

Tabela 3.16: Características da Água de Chuva – Pesquisa Universidade de São Paulo

Variável	Água coletada na tubulação			Reservatório
	Mínimo	Médio	Máximo	Médio
Cor (uH)	20	52,5	218	23,0
Turbidez (UNT)	0,6	1,6	7,1	0,8
Alcalinidade (mg/L)	4	30,6	60	18,8
PH	5,8	7,0	7,6	6,7
Condutividade (S/cm)	7,0	63,4	126,2	25,7
Dureza (mg/L)	4,0	39,4	68,0	19,6
Cálcio (mg/L)	ND	15,0	24,3	4,7
Magnésio (mg/L)	ND	1,1	2,2	0,5
Ferro (mg/L)	0,01	0,14	1,65	0,06
Cloretos (mg/L)	2,0	8,8	14,0	12,2
Sulfatos (mg/L)	2,0	8,3	21,0	5,1
ST (mg/L)	10	88	320	25

Continuação da **Tabela 3.16:** Características da Água de Chuva – Pesquisa Universidade de São Paulo

Variável	Água coletada na tubulação			Reservatório
	Mínimo	Médio	Máximo	Médio
SST (mg/L)	2	30	183	2
SSV (mg/L)	0	15	72	2
SDT (mg/L)	2	58	177	24
SDV (mg/L)	0	39	128	24
OD (mg/L)	1,6	20	42	17,6
DBO (mg/L)	0,4	2,5	5,2	1,5
Nitrato (mg/L)	0,5	4,7	20	3,1
Nitrito (mg/L)	0,1	0,8	3,8	0,1
Coliformes totais ^a em 100ml	<1	>70	>80	>65

Fonte: Adaptado de MAY, 2004

NE = Não Especificado.

ST = Sólidos Totais

SST = Sólidos Suspensos Totais

SSV = Sólidos Suspensos Voláteis

SDT = Sólidos Dissolvidos Totais

SDV = Sólidos Dissolvidos Voláteis

a = Presente em 89% das amostras.

Coliformes fecais em 100 ml, aparecem em média em 50% das amostras coletadas e em 30% no reservatório.

Com base nas análises obtidas concluiu-se que a água de chuva deve sofrer uma desinfecção que poderá ser simples, porém necessária para garantir a saúde dos usuários envolvidos.

Segundo CHENG (2000), a qualidade da água de chuva é propícia para aplicação em fins não potáveis. Ainda segundo ele, um projeto de aproveitamento de águas pluviais deve adotar a precipitação diária para um melhor resultado.

Um sistema de aproveitamento de águas pluviais é geralmente composto por coletores, tubulações, tratamento e sistema de reserva de água. As águas pluviais podem ser coletadas em telhados e também em áreas superficiais.

Segundo CHENG (2000), para o projeto de dimensionamento de um sistema de aproveitamento de águas pluviais devem ser considerados:

- Quantidade de água de chuva disponível e demanda a ser atendida;
- Área de coleta de água de chuva a ser considerada;

- Cálculo do reservatório através de equação simples que considera precipitação em mm e área de coleta.

3.2.5. Reúso de Efluentes

A crescente demanda associada aos elevados custos da água têm incentivado a avaliação de possibilidades internas de reuso e até mesmo, a viabilidade do uso de efluentes tratados de concessionárias como fonte de abastecimento.

Os efluentes gerados pelas atividades consumidoras podem ser avaliados como uma possibilidade de fonte alternativa de água para suprimento da demanda de usos específicos, configurando o conceito de reuso da água.

Segundo WORLD HEALTH ORGANIZATION (1973) apud MANCUSO et SANTOS (2003) considera-se:

- Reúso indireto: água já utilizada de forma doméstica ou industrial, por uma ou mais vezes é lançada nas águas superficiais ou subterrâneas e posteriormente utilizadas a jusante de forma diluída;
- Reúso direto: uso planejado dos efluentes tratados para determinados fins;
- Reciclagem interna: é o reúso da água internamente às instalações, antes de sua descarga em um sistema de tratamento ou outro ponto qualquer de disposição.

LAVRADOR FILHO (1987) apud MANCUSO et SANTOS (2003) sugere a seguinte definição:

- Reúso de água: aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes em alguma atividade humana, para suprir necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original;
- Reúso indireto não planejado de água: a água já utilizada é descarregada no meio ambiente e utilizada a jusante, de forma diluída, de maneira intencional e não planejada.

- Reúso planejado de água: Pressupõe a existência de um sistema de tratamento de efluentes que atenda as exigências necessárias ao novo uso desta fonte de água.

WESTERHOFF (1984) apud MANCUSO et SANTOS (2003) classifica o reúso em potável e não potável. O reúso potável pode ser definido como sendo direto ou indireto. No caso do reúso potável direto o efluente tratado por sistemas avançados é reutilizado no sistema de água potável. No caso do reúso potável indireto, o efluente tratado é lançado em um corpo de águas superficiais ou subterrâneas, para posterior reutilização.

No caso do reúso não potável, o mesmo aplica-se a agricultura irrigada, fins industriais, usos domésticos como rega de jardins e bacias sanitárias, regularização de vazões de cursos d'água, aquicultura e recarga de aquíferos.

Segundo o relatório técnico da Federação das indústrias do Estado de São Paulo de 2004 são válidas as seguintes definições:

- Reúso macro externo, definido como o reúso de esgoto sanitário ou industrial tratado proveniente de estações de tratamento administradas por concessionárias ou outra indústria;
- Reúso macro interno, definido como o uso interno de efluentes tratados ou não, provenientes de atividades realizadas na própria indústria.

A prática de reúso macro interno pode ser implantada de duas maneiras distintas:

- Reúso Direto: após a avaliação das características do efluente disponível e dos requisitos de qualidade exigidos para a aplicação que se pretende, o efluente é encaminhado, nas condições em que se encontra, da estação de tratamento até o ponto em que será utilizado.
- Reúso após a utilização de técnicas complementares: o efluente disponível pode apresentar, ainda, algum contaminante que comprometa ou inviabilize o reúso direto, assim sendo, é necessária a utilização de técnicas de tratamento que possam adequar as suas características aos requisitos exigidos para uso.

Por exemplo, nos setores de uma planta industrial, após avaliação adequada é possível adotar o reuso em Torres de resfriamento; Caldeiras; Processos; Lavagem de pisos; Irrigação, Bacias sanitárias, etc.

Para edificações comerciais e residenciais, consideram-se como possibilidades de reuso a reserva de proteção de incêndio, bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de áreas externas, fontes, chafarizes, entre outros.

A AGENDA 21 PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (2000) recomenda a implementação de políticas de gestão do uso e reciclagem de efluentes, ressaltando sempre a questão da importância da saúde pública, bem como os possíveis impactos ambientais ocasionados.

Embora não haja no Brasil uma legislação específica para o Reúso, na LEI 9433 (1997) já se ressaltam muitos aspectos que direcionam para implantação de uma Política Nacional de Recursos Hídricos que considera o reuso como forma de maximização destes recursos.

Segundo REBOUÇAS et al (1999) apud HESPANHOL (1999), a qualidade da água utilizada e o objeto específico do reuso, estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os investimentos a serem alocados.

Por outro lado, ainda segundo REBOUÇAS et al (1999) apud HESPANHOL (1999), os elevados riscos associados à utilização de efluentes, mesmo domésticos, para fins potáveis, exigem cuidados extremos para resguardar a saúde pública. Os níveis de tratamento de efluentes necessários são de elevada eficiência, nível terciário, o que pode inviabilizar tal solução. Além disto, deve haver aceitação pública do reuso para que haja sucesso da medida adotada.

Assim, os usos urbanos não potáveis envolvem menores riscos, porém ressalta-se a importância de associar às possibilidades de reúso de efluentes a um sistema de gestão e monitoramento contínuo, para resguardar a saúde pública e garantir a eficiência dos sistemas envolvidos.

O reúso de efluentes tratados requer a previsão de sistemas hidráulicos duplos, da reservação à distribuição, sem possibilidade de contato da água potável com a água de reúso. É indicada, inclusive, a adição de corante à água de reúso e a identificação clara dos pontos de consumo.

Em torneiras de jardins com água de reúso, por exemplo, devem ser utilizados equipamentos de acionamento restrito, cujo dispositivo de acionamento fique sob responsabilidade de profissional habilitado.

É fundamental a capacitação dos funcionários em contato com os sistemas que reusam água, através de treinamento, esclarecimentos técnicos e reciclagem contínua.

Qualquer que seja a estratégia adotada é de fundamental importância que a prática de reúso seja devidamente planejada, a fim de que sejam obtidos os máximos benefícios associados e para que ela possa ser sustentável ao longo do tempo.

Assim sendo, antes que a avaliação do potencial de reúso do efluente disponível na edificação seja iniciada, é necessário que todos os fatores que possam influenciar em sua quantidade e composição sejam devidamente contemplados.

Isto implica dizer que, necessariamente, a avaliação do potencial de reúso de efluentes deve ser posterior a qualquer alternativa de racionalização do uso da água, já que estas irão afetar, de forma significativa, tanto a quantidade como a qualidade do efluente.

3.3. Tecnologias

3.3.1. Tratamento de Água

A variedade e disponibilidade de tecnologias de tratamento existentes para água, tornam, fundamental, o envolvimento de profissional habilitado na avaliação daquela que seja a mais indicada para cada caso. Com isto pode-se evitar a aplicação de tecnologias inadequadas e muitas vezes inviáveis economicamente. A tecnologia apropriada deve ser definida com base nas necessidades de cada aplicação.

Como a água pode ser utilizada para as mais variadas finalidades, deverá apresentar padrões de qualidade que sejam compatíveis com os usos pretendidos. Normalmente, a água disponível nos rios, lagos, lençóis subterrâneos, ou qualquer outra fonte, pode apresentar em sua composição uma ampla variedade de compostos ou substâncias químicas, organismos vivos e outros materiais, os quais, para muitas aplicações podem ser considerados contaminantes.

Assim sendo, para que a água disponível possa ser utilizada, é necessário adequar as suas características aos padrões de qualidade exigidos para o uso, o que é feito por meio da utilização de operações e processos unitários de tratamento, que sejam capazes de remover os contaminantes presentes.

De acordo com o tipo de manancial utilizado como fonte de captação devem ser adotados procedimentos específicos para adequar as características da água disponível, aos requisitos de qualidade exigidos para uso, o que está diretamente relacionado com os contaminantes presentes.

Segundo o MANUAL DE CONSERVAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA PARA A INDÚSTRIA (2004), de uma maneira geral, os diversos contaminantes presentes na água podem ser agrupados em categorias distintas, as quais podem ser relacionadas com as técnicas de tratamento mais indicadas.

Em um Programa de Conservação de Água, a estratégia mais adequada para a definição do sistema de tratamento de água consiste na execução das seguintes atividades:

- Identificar todas as demandas de água existentes e os respectivos requisitos de qualidade exigidos para uso;
- Identificar as técnicas de tratamento para adequar a qualidade da água disponível aos requisitos exigidos para a maior demanda;
- A partir da água produzida no sistema de tratamento principal, identificar as técnicas de tratamento para adequar a qualidade da água aos requisitos de qualidade dos demais usos identificados;
- Sempre que possível, nos sistemas que produzem água com elevado grau de qualidade, verificar o potencial de aproveitamento ou recirculação dos efluentes gerados, nos sistemas precedentes.

3.3.2. Tratamento de Efluentes

Qualquer que seja a edificação, a geração de efluentes é inevitável. Contudo, a quantidade e características dos efluentes irão depender, principalmente, do ramo de atividade da empresa, capacidade de produção e método de produção utilizado.

Como exigência da legislação e com o objetivo de reduzir os impactos sobre o meio ambiente, principalmente sobre os recursos hídricos, principalmente, as indústrias devem coletar e tratar os seus efluentes, antes do lançamento final.

De maneira similar ao que ocorre quando da seleção de tecnologias para tratamento da água, o tratamento de efluentes deve ser realizado por meio da utilização de operações e processos unitários, que sejam capazes de reduzir a concentração dos contaminantes presentes para níveis compatíveis com os padrões de emissão estabelecidos em normas ou a níveis adequados para formas de reúso subsequentes ou mesmo para lançamento em corpos receptores.

Em muitos casos, o tratamento de efluentes pode ser realizado utilizando-se as mesmas tecnologias normalmente utilizadas para tratamento de água, mas muitas vezes torna-se necessário lançar mão do uso de outras tecnologias, as quais são específicas para a remoção dos contaminantes presentes nos efluentes. Na tabela 3.17 abaixo são apresentadas algumas das tecnologias disponíveis para tratamento de efluentes e a sua eficiência para redução de alguns contaminantes.

Tabela 3.17: Tecnologias de Tratamento de Efluentes

Variáveis	Técnicas de Tratamento							
	Tratamento Primário	Lodos Ativados	Nitrificação	Desnitrificação	Filtro Biológico	Biodisco	Coagulação Floculação Sedimentação	Stripping da amônia
DBO	B	E	E	NE	E	E	E	NE
DQO	B	E	E	NE	E		E	NE
SST	E	E	E	NE	E	E	E	NE
NH ₃ -N	NE	E	E	B		E	NE	E
NO ₃ -N				E			NE	NE
Fósforo	NE	B	E	E			E	NE
Alcalinidade		B					B	NE
Óleos e Graxas	E	E	E				B	NE
CT		E	E		NE		E	NE
Arsênio	B	B	B				B	NE
Bário		B	NE				B	NE
Cádmio	B	E	E		NE	B	E	NE
Cromo	B	E	E		NE	E	E	NE
Cobre	B	E	E		E	E	E	NE
Flúor							B	NE
Ferro	B	E	E		B	E	E	NE
Chumbo	E	E	E		B	E	E	NE
Manganês	NE	B	B		NE		B	NE
Mercurio	NE	NE	NE		NE	E	NE	NE
Selênio	NE	NE	NE				NE	NE
Prata	E	E	E		B		E	NE
Zinco	B	B	E		E	E	E	NE
Cor	NE	B	B		NE		E	
Substâncias Tensoativas	B	E	E		E		B	
Turbidez	B	E	E	NE	B		E	
COT	B	E	E	NE	B		E	NE

Fonte: Adaptado de METCALF & EDDY (2003)

E = Eficaz (Remoção completa ou quase total); B = Bom (Remoção de grandes porcentagens); NE = Não eficaz (Baixa remoção ou ineficaz); As células em branco denotam insuficiência de dados, resultados não conclusivos ou aumento da concentração.

De maneira similar ao que ocorre com o tratamento de água, para o tratamento de efluentes pode ser necessário promover a combinação entre duas ou mais tecnologias, para que sejam obtidos resultados satisfatórios.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito à estruturação do sistema de coleta, transporte e tratamento dos efluentes, quando se pretende implantar um programa de reúso, não sendo recomendada opção direta por um sistema centralizado para tratamento de efluentes, antes de efetuar uma avaliação do potencial de prática de reúso em cascata e outras opções que possam conduzir a melhores resultados.

3.3.3. Setorização do Consumo de Água

A adoção de um sistema de medição e monitoração setorizada do consumo de água traz com principal benefício o controle de consumo, incentivado pela redução dos volumes de água consumidos em um determinado período. A medição setorizada também possibilita a pronta localização de vazamentos internos e desperdícios significativos, que às vezes levam meses ou até anos para serem identificados.

Segundo TAMAKI (2001) et al, para avaliação dos impactos gerados pela implantação de Programas de Conservação de Água, faz-se necessário o monitoramento do consumo. Quanto mais detalhado o sistema de medição estabelecido, melhor a qualidade dos dados obtidos. Em casos em que há conjuntos de edifícios com diferentes usos e usuários, características específicas podem ser atribuídas para cada ponto de medição e sua área cobertura, de acordo com a tipologia envolvida, período do uso da água e perfil de demanda, tornando possível a rápida detecção de anomalias no sistema.

Aspectos físicos como layout da edificação, arranjo estrutural e sistemas prediais incluindo disponibilidade de medidores, condições de operação e manutenção tornam-se fundamentais para obtenção de indicadores confiáveis.

No Brasil, mesmo as edificações mais complexas possuem, muitas vezes, um único medidor de consumo de água, tornando difícil a intervenção em caso de anomalia no sistema.

Segundo TAMAKI (2001) apud ANDERSON (1999) and DEOREO et all (1996), a automação da coleta de dados e tratamento específico dos mesmos pode ser conveniente para uma quantidade extensa de dados. Sendo assim, a instalação de medidores eletrônicos permite o uso de sistemas sem fio (por radiofrequência ou por sistemas telefônicos) especialmente em casos de edificações baixas e locais com sistemas de suprimento de energia enterrados. Nos demais casos, aconselham-se sistemas de medição remota por cabeamento.

A setorização do consumo tem por principal objetivo a obtenção de dados para possibilitar a gestão da demanda de água. Pode ser definida como a divisão do sistema hidráulico em setores de utilização da água, onde são consideradas atividades consumidoras (processos e finalidade) ou mesmo disposição de áreas ou ambientes.

A medição pode ser feita remotamente, caso em que os medidores realizam a transmissão dos dados. Os dados são recebidos por um decodificador que transforma o sinal do medidor em informação para a unidade de gerenciamento.

Segundo COELHO (1999), os métodos de leitura podem ser direta, por rádio, direta a um PC e leitura com transmissão via modem à concessionária.

Figura 3.3: Leitura captada de forma direta ao microcoletor (“touch read”).

Fonte: Coelho (1999)

O sistema de medição remota pode ser através de ondas de rádio, utilizando um equipamento de rádio manual, onde o leitorista percorre a pé todo o trajeto da rota de leitura ou, dependendo das distâncias, a leitura pode ser feita de um ponto fixo.

Figura 3.4: Sistema de medição por rádio.

Fonte: Coelho (1999)

Outra forma de medição remota é através de cabeamento: saem cabos dos hidrômetros que são conduzidos até uma central. A central recebe e concentra estes dados e os transmite a um terminal onde os mesmos são lidos e trabalhados. Isto pode estar concentrado em um único microcomputador.

Dependendo das distâncias envolvidas entre os medidores e a central, pode ser necessária a introdução de amplificadores de sinais, ao longo do cabeamento, para garantir a qualidade do sinal no ponto final.

A utilização do sistema de medição remota possibilita ao Gestor da Água implementar intervenções no sistema, uma vez que o consumo é obtido em tempo real.

Desta forma, podem ser determinados os patamares de consumo dos setores e qualquer alteração em relação aos índices habituais pode resultar em uma intervenção corretiva (vazamentos, verificação da rotina do uso da água, etc).

Nota: Repeater responsável pela retransmissão dos sinais

M_A , M_B , M_C – Medidores de consumo de água.

Fonte: TAMAKI (2001)

Figura 3.5: Sistema de medição remota.

Figura 3.6: Gráfico de consumo de água do HC

Fonte: Relatório PURA realizado na Universidade de São Paulo

Os investimentos necessários para a setorização com hidrômetros eletrônicos englobam os custos provenientes da aquisição dos hidrômetros propriamente ditos, do software específico para gerenciamento dos dados, decodificadores e dispositivos de proteção dos pontos. Uma vez realizado o investimento inicial, o sistema pode ser ampliado e/ou interligado a outras edificações, além de poder, com as adequações necessárias, monitorar outros insumos da edificação. Através deste tipo de sistema de monitoramento as informações são obtidas em tempo real, eliminando a necessidade da leitura em campo e agilizando a implementação das intervenções necessárias.

A instalação de hidrômetros eletrônicos, principalmente nas grandes edificações é a forma mais apropriada para o monitoramento do consumo de água. No entanto, como forma de viabilizar a implantação de ações que visem a conservação, de início, pode-se implantar um sistema de monitoramento do consumo com leitura visual e, após a aquisição gradativa dos demais componentes do sistema, os mesmos deverão ser substituídos até que a leitura passe a ser realizada eletronicamente.

3.3.4. Equipamentos Economizadores de Água

Conforme o Documento Técnico de Apoio F2 – Equipamentos Economizadores de Água do PNCD (2004), a seguir é apresentada NA Tabela 3.18 uma relação dos principais equipamentos hidráulicos possíveis de serem utilizados em uma edificação, com um resumo de suas características e aplicações.

Tabela 3.18: Equipamentos Economizadores de Água

Equipamentos Hidráulicos	Tipo	Características Principais
TORNEIRAS	Convencional	Dispositivo de controle do fluxo de água que, quando acionado, libera uma determinada vazão, que pode ser controlada, para uma atividade fim.
	Hidromecânica	<p>O controle da vazão é obtido pela incorporação, no equipamento, de um redutor de vazão, ou seja, os usuários não interferem na vazão.</p> <p>O tempo de acionamento do fluxo de água também determina o uso racional neste tipo de equipamento. Este tempo não deve ser muito curto, para evitar que o usuário tenha que acioná-lo várias vezes em uma única operação de lavagem, além de causar um desconforto.</p> <p>Este sistema pode ser instalado em sanitários/vestiários de escolas, indústrias, shopping centers, edificações comerciais, escritórios, estádios de futebol e hospitais, entre outros.</p>
	Sensor	<p>O comando destes equipamentos se dá pela ação de um sensor de presença. O sensor capta a presença das mãos do usuário, quando este se aproxima da torneira, liberando assim o fluxo de água. A alimentação elétrica do sistema pode-se dar pelo uso de baterias alcalinas ou pela rede de distribuição elétrica do local (127/220V). A presença do sensor no corpo da torneira é uma solução adequada quanto à questão do vandalismo. Este sistema pode ser instalado em sanitários de escolas, indústrias, shopping centers, edificações comerciais, escritórios e hospitais, entre outros.</p>
	Funcionamento por válvula de pé	<p>Este sistema é caracterizado pela presença de um dispositivo de acionamento instalado no piso, de frente à torneira propriamente dita. Este sistema é adequado a ambientes onde não se deseja o contato direto das mãos nos componentes da torneira, como em determinadas áreas de hospitais, cozinhas e laboratórios, devendo ser instalado apenas onde se espera que os usuários o usem de forma consciente e correta.</p>

Continuação da **Tabela 3.18:** Equipamentos Economizadores de Água

Equipamentos Hidráulicos	Tipo	Características Principais
	<p>Funcionamento por pedal</p>	<p>Este sistema é caracterizado pela existência de um pedal em forma de alavanca. O pedal libera o fluxo de água até a torneira (bica). Este sistema é geralmente utilizado quando as tubulações são aparentes. O corpo da válvula onde a alavanca é instalada pode ser fixado na parede ou no piso, de forma aparente. O fluxo de água ocorre durante o tempo em que é feito o acionamento da mesma, mas existem modelos no mercado que apresentam uma trava para evitar que o usuário permaneça acionando o sistema, no decorrer de uma atividade demorada.</p> <p>Este sistema é adequado para locais onde haja produção, como em indústrias ou cozinhas industriais. O sistema é de simples instalação e manutenção, não demandando obras civis. No entanto, para que o sistema seja corretamente utilizado, deve haver a capacitação e orientação contínua dos usuários. A vazão pode ser reduzida colocando-se um restritor de vazão no sistema.</p>
AREJADORES	<p>Arejadores</p>	<p>O arejador é um componente instalado na extremidade da bica de uma torneira que reduz a seção de passagem da água através de peças perfuradas ou telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento de água. De forma geral, podem ser caracterizados por apresentar sucção ou não de ar quando da passagem do fluxo de água. O arejador atua de duas formas, pelo controle da dispersão do jato e pela redução da vazão de escoamento pela bica da torneira, reduzindo assim o consumo de água.</p> <p>Os arejadores são indicados para todas as torneiras, exceto as de limpeza e de tanque, nas quais o usuário necessita de uma maior vazão para reduzir o tempo de realização da atividade. Em cozinhas, recomenda-se a instalação de arejadores tipo “chuveirinho”, que facilitam ainda mais a realização das atividades nessa área. Existem no mercado componentes com dupla função: arejador e “chuveirinho”. Geralmente, nestes componentes, a modificação da função é feita através do giro da peça, permitindo assim um jato concêntrico ou difundido, como em um chuveiro.</p>

Continuação da **Tabela 3.18:** Equipamentos Economizadores de Água

Equipamentos Hidráulicos	Tipo	Características Principais
MICTÓRIOS CONVENCIONAIS	Coletivos	<p>Os mictórios coletivos são aqueles que atendem a mais de um usuário simultaneamente.</p> <p>O mictório coletivo apresenta como vantagem, em relação ao mictório individual, a capacidade de atendimento de mais usuários por metro linear do sanitário, podendo atender a um grande número de usuários em curtos períodos de pico, como nos sanitários de estádios de futebol. Em geral, os mictórios coletivos são instalados em locais públicos com incidência média/alta de vandalismo, como escolas e estádios. Como principais desvantagens dos mictórios coletivos, frente aos individuais, são a manutenção do aparelho, a pouca privacidade e a dificuldade de uso de um sistema de acionamento da descarga de água para a limpeza de forma eficiente e econômica.</p> <p>Deve-se ressaltar que por ser um sistema adaptado, não se deve esquecer a introdução de um dispositivo na saída de esgoto que garanta o fecho hídrico do sistema, como um sifão copo ou uma caixa sifonada, garantindo o desempenho do sistema quanto à questão do odor do ambiente.</p>
	Individual	<p>Os mictórios individuais são aqueles utilizados por um único usuário por vez. Estes mictórios são, caracteristicamente, fabricados industrialmente em série, em geral em louça cerâmica. A maioria dos mictórios comercializados hoje no Brasil são deste tipo.</p>

Continuação da **Tabela 3.18:** Equipamentos Economizadores de Água

Equipamentos Hidráulicos	Tipo	Características Principais
DISPOSITIVOS DE DESCARGA PARA MICTÓRIOS CONVENCIONAIS	<p>Válvula de acionamento hidromecânico</p>	<p>Esta válvula é caracterizada por um corpo metálico fechado, por onde a água passa para chegar ao mictório.</p> <p>Para o acionamento da descarga o usuário, após utilizar o mictório, deve pressionar o êmbolo da válvula liberando o fluxo de água para a bacia do mictório. Imediatamente após a liberação da pressão pelo usuário, ocorre o retorno do êmbolo pela ação da própria água e de uma mola interior ao corpo da válvula. Este tipo de equipamento pode ser utilizado, entre outros, nas seguintes tipologias de edificações: indústrias, escolas, shopping centers, hospitais, clubes, escritórios, estádios, terminais de passageiros.</p>
	<p>Válvula de acionamento por sensor de presença</p>	<p>Neste tipo de equipamento, quando o usuário se aproxima e se posiciona de frente ao mictório, o sensor que emite continuamente um sinal imperceptível ao usuário, infravermelho ou ultra-som, detecta a sua presença.</p> <p>Em geral, na maioria dos equipamentos, o fluxo de água só é liberado após o afastamento do usuário, o que garante um menor consumo de água. O sensor, associado a um microprocessador, emite um sinal até uma válvula do tipo solenóide, de funcionamento elétrico, que libera o volume de água da descarga.</p> <p>Neste tipo de equipamento, o tempo médio de acionamento dos produtos encontrados no mercado encontra-se em torno de 5 a 6 segundos.</p> <p>O sistema elétrico do equipamento pode ser alimentado por baterias alcalinas de 6 e 9 VDC, ou pelo próprio sistema predial elétrico de 127/220V. Estas características devem ser observadas quando da aquisição do equipamento e em função das características físicas do local a ser instalado.</p> <p>Uma das principais vantagens deste sistema frente aos demais é quanto à questão da higiene do usuário, uma vez que este não entra em contato direto com nenhum componente do sistema.</p>
	<p>Este é um sistema em que os produtos são vendidos separadamente, sendo necessária a montagem dos componentes pelo instalador. A descarga deste tipo de equipamento pode ser obtida por um sistema de temporizador eletrônico. O temporizador pode ser facilmente encontrado no mercado e adaptado às instalações existentes.</p> <p>No temporizador eletrônico pode ser feita a regulagem do intervalo entre descargas e do tempo de duração da descarga. O temporizador envia um sinal a uma válvula solenóide elétrica que faz a liberação do fluxo de água conforme os parâmetros definidos no temporizador. Este sistema pode ser empregado em mictórios coletivos e em baterias de vários mictórios individuais.</p>
	<p>Válvula Manual e Fluxível</p>	<p>Estas válvulas consomem um maior volume de água por descarga, em relação às demais válvulas apresentadas. O volume de descarga liberado encontra-se na faixa de 3,786 litros (1gal), segundo os modelos presentes no mercado americano de baixo volume de água por descarga.</p>

Continuação da **Tabela 3.18:** Equipamentos Economizadores de Água

Equipamentos Hidráulicos	Tipo	Características Principais
MICTÓRIO SEM ÁGUA	Individual	<p>É um sistema que não utiliza água na operação. O mictório sem água é constituído dos seguintes componentes: bacia cerâmica, suporte do cartucho, cartucho, líquido selante, chave para troca do cartucho e protetor para a superfície do cartucho – opcional.</p> <p>O líquido selante é uma substância, composta por mais de 90% de álcoois graxos e o restante de biocida e corantes. Sua cor predominante é o azul e apresenta densidade menor que a da água e da urina, permanecendo em suspensão nas mesmas. O líquido selante se localiza em suspensão na primeira câmara do cartucho.</p> <p>A urina entra pelos orifícios da parte superior do cartucho, penetrando na primeira câmara através do líquido selante que está em suspensão e preenchendo toda a superfície superior do líquido desta câmara. Pelo sistema de vasos comunicantes, a urina é expelida pelo orifício de saída do cartucho, sendo coletada pelo copo do suporte e de lá para a rede de esgoto. A manutenção requerida pelo sistema é a substituição periódica do cartucho, que se trata de uma peça descartável. A durabilidade do cartucho está associada à obstrução de suas cavidades por material bioquímico que se acumula em seu interior e pelo carreamento do líquido selante.</p>
	<p>Duchas para água misturada</p>	<p>Há uma grande variedade de tipos e modelos de duchas no mercado, com as mais diversas vazões. Uma intervenção passível tanto em duchas de ambientes sanitários públicos como de residências é a introdução de um dispositivo restritor de vazão. Uma das vantagens do uso do restritor de vazão é que a mesma permanece constante dentro de uma faixa de pressão, geralmente de 10 mca a 40 mca.</p> <p>Existem restritores de vazão com os mais diferentes valores de vazão, por exemplo, para 6, 8, 10, 12 e 14 litros/minuto. Ressalta-se que são recomendados para valores de pressão hidráulica superiores a 10 mca.</p>
Chuveiros	Elétricos	<p>Segundo a NBR 5626/98, “Instalação predial de água fria”, a vazão recomendada em cálculos de tubulações hidráulicas para este tipo de equipamento é de 0,10 litros/segundo. Não é recomendável o uso de dispositivos redutores de vazão para os chuveiros elétricos, uma vez que podem interferir no funcionamento dos mesmos.</p>

Continuação da **Tabela 3.18:** Equipamentos Economizadores de Água

Equipamentos Hidráulicos	Tipo	Características Principais
CHUVEIROS	Dispositivos para comando de Duchas para Mistura de Água	Outra forma para redução do consumo de água no sistema de banho é o uso de dispositivos temporizados para comando da liberação do fluxo de água para duchas. O dispositivo mais encontrado nas instalações hidráulicas é o registro de pressão. A desvantagem deste sistema é que o mesmo pode ser mau fechado, resultando em gotejamento fora de uso ou mesmo o não fechamento, em locais com incidência de vandalismo. Os dispositivos temporizados são os que apresentam funcionamento hidromecânico, os quais são fechados automaticamente após um certo tempo, característico da peça.
BACIAS SANITÁRIAS	Com válvulas de descarga	Atualmente, as bacias sanitárias deste tipo são encontradas no mercado com a característica de necessitar de apenas em torno de 6 litros para poder efetuar a descarga de forma eficiente.
	Com caixa acoplada	Apresentam funcionamento com 6 litros. Estas bacias geralmente são de fixação no piso e apresentam funcionamento sifônico. Existem dispositivos conhecidos como “dual-flush” que possibilitam dois tipos de acionamento da descarga de água neste tipo de bacia sanitária. O dispositivo de descarga, geralmente incorporado na caixa acoplada, contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa de 6 litros, para o arraste de efluente com sólidos. O acionamento do outro botão resulta em uma meia descarga, geralmente de 3 litros, para limpeza apenas de urina na bacia sanitária.

Continuação da **Tabela 3.18:** Equipamentos Economizadores de Água

Equipamentos Hidráulicos	Tipo	Características Principais
DISPOSITIVOS PARA ACIONAMENTO DE DESCARGA PARA BACIAS SANITÁRIAS	Válvulas de descarga embutida	<p>Existem atualmente alguns modelos no mercado com volume fixo de 6 litros por descarga. O usuário, ao acionar o dispositivo de descarga destas válvulas, libera um fluxo de água com o volume determinado, independente do tempo de acionamento do botão. Para que seja liberado um novo fluxo, o botão deve ser novamente acionado.</p> <p>Outros tipos de dispositivo de descarga embutidos na parede são as válvulas com acionamento por sensor de presença. A alimentação elétrica deste sistema pode ser feita com o uso de baterias alcalinas ou por rede elétrica, 127/220V. O usuário deve permanecer por um período de tempo mínimo no raio de alcance do sensor, normalmente 5 segundos, para que o sistema se arme e após a saída do usuário do alcance é efetuada a descarga pela válvula solenóide. O volume por descarga pode ser regulado para 6 litros de água.</p>
	Válvulas de descarga aparentes	<p>O acionamento se dá por um dispositivo, presente no corpo da válvula, em forma de alavanca. O usuário aciona esta alavanca, resultando na descarga. Por mais que o usuário permaneça acionando a alavanca, somente o volume previamente regulado para a descarga será liberado. Para a liberação de novo volume de água, a alavanca deverá ser acionada novamente.</p> <p>Este sistema é indicado para locais com a existência de vandalismo, uma vez que suas partes aparentes são metálicas resistentes e praticamente invioláveis sem o uso de ferramentas adequadas. O sistema resiste inclusive a impactos.</p>
	Caixas de descarga embutidas	<p>Uma opção de dispositivo de descarga de 6 litros para bacias sanitárias é o uso de caixas de descarga embutidas. Estas caixas podem ficar no interior de uma parede de alvenaria, sendo mais são comumente utilizadas no interior de paredes “dry-wall”. Antes da especificação deste tipo de dispositivo as dimensões da parede devem ser avaliadas uma vez que a espessura da parede pode inviabilizar a instalação.</p>

Continuação da **Tabela 3.18:** Equipamentos Economizadores de Água

REDUTORES DE VAZÃO	Redutores de Vazão	<p>É um redutor de pressão. Como há uma relação direta entre vazão e pressão, a redução de um resulta na redução do outro. Dessa forma, o redutor de pressão introduz uma perda de carga localizada no sistema que resulta na conseqüente redução de vazão.</p> <p>Caso uma determinada área da edificação apresente uma pressão elevada, pode ser mais conveniente a instalação de uma válvula redutora de pressão na tubulação de entrada de água da área. Estes dispositivos mantêm a vazão constante em uma faixa de pressão, em geral, de 100 a 400 kPa (10 a 40 mca).</p>
-------------------------------	-----------------------	---

4. PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

4.1. Evolução dos Conceitos

Segundo OLIVEIRA (1999), um Programa de Uso Racional de Água – PURA propõe sistematizar as intervenções a serem realizadas em uma edificação de tal forma que as ações para a redução do consumo de água sejam resultantes de amplo conhecimento do sistema, garantindo sempre a qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras, com o mínimo desperdício.

Neste caso, nota-se a metodologia proposta apresenta 4 etapas, sendo sua ênfase na demanda de água.

As etapas de um Programa de Uso Racional de Água, de maneira resumida são:

- Auditoria inicial: onde ocorre o conhecimento do uso da água;
- Diagnóstico: resumo das informações de forma organizada para futuro planejamento das ações;
- Plano de intervenções: conjunto de ações que visam reduzir usos e desperdícios de água no sistema predial;
- Avaliação do impacto de redução do consumo: onde se avalia o efeito gerado pelas intervenções realizadas, através de monitoramento diário.

Em 1996, foi feita uma complementação do Ato das Águas Limpas dos Estados Unidos que reconheceu o valor estratégico de se implantar Programas de Conservação de Água. Segundo USEPA (1998), o uso eficiente da água pode gerar benefícios ambientais, na saúde pública e econômicos, auxiliando a melhoria da qualidade de água, protegendo os ecossistemas aquáticos, além de preservar os recursos existentes.

Ainda segundo a USEPA (1998), os benefícios e custos associados à Conservação de Água podem ser avaliados sob diferentes perspectivas, desde as empresas

distribuidoras de água, consumidores até a sociedade em geral. Sendo assim, foi desenvolvido um Código de Práticas que descreve as diretrizes para implantação de programas de conservação de água em cidades, com foco na economia obtida através da redução ou eliminação da necessidade de investimentos em infraestrutura, o que compreende as estações de tratamento de água e esgotos.

No entanto, na maioria das edificações, a água potável é utilizada para a realização de quase todas as atividades, independentemente de uma avaliação prévia de tal necessidade.

Segundo a USEPA (2004) a avaliação da oferta de fontes alternativas de água como recurso capaz de atender usos menos nobres não é um conceito recente. O uso dos efluentes tratados para fins não potáveis pode ser uma forma de preservar os recursos existentes. O conselho econômico e social das nações unidas enunciou uma política em 1958 a qual dizia que “só se utilizaria água com elevado grau de qualidade quando houvesse necessidade”. Porém quando a demanda ultrapassa a capacidade existente e a obtenção de novos recursos implica em custos elevados, águas de menor qualidade podem ser utilizadas para fins menos nobres.

Muitos usos urbanos, residenciais, comerciais e industriais podem ser satisfeitos com menor quantidade de água potável.

Desta forma, é natural a evolução do conceito de Uso Racional da Água, para uma visão sistêmica, onde se analisa demanda e oferta de água, de forma que usos menos nobres devam ser supridos, sempre que possível por águas de menor qualidade.

4.2. Conceituação

Segundo NEW MÉXICO OFFICE OF THE STATE ENGINEER (1997) a Conservação de Água é definida como qualquer ação que:

- Reduz a quantidade de água extraída das fontes de suprimento;
- Reduz o consumo de água;
- Reduz o desperdício de água;
- Reduz as perdas de água;
- Aumenta a eficiência do uso da água;
- Aumenta a reciclagem e reuso da água;
- Evita a poluição da água.

A ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE SERVIÇOS DE ÁGUA (AWWA) definiu a Conservação de Água como a prática, as técnicas e as tecnologias que aperfeiçoam a eficiência do uso da água.

Um Programa de Conservação de Água – PCA, implantado de forma sistêmica, implica em otimizar o consumo de água, com a conseqüente redução do volume de efluentes gerados, a partir da otimização do uso e da utilização de fontes alternativas, considerando os diferentes níveis de potabilidade necessários, de acordo com um Sistema de Gestão apropriado.

O PCA apresenta dimensões de base ambiental, social e econômica. Sob a ótica do meio ambiente, implantar um PCA contribui com a preservação dos recursos hídricos, favorecendo o “Desenvolvimento Sustentável”. Na questão social, os PCAs viabilizam a melhor distribuição dos recursos hídricos à população, através dos volumes excedentes obtidos. E, ainda, um PCA reduz os custos com insumos em geral como água, energia e produtos químicos além de racionalizar custos operacionais e de manutenção, gerando benefícios econômicos.

Um PCA é composto de um conjunto de ações a serem especificadas caso a caso, a partir de uma análise da demanda e oferta de água, em função dos usuários e atividades consumidoras e de acordo com a viabilidade técnica e econômica de implantação.

A Figura 4.1 apresenta um esquema de possibilidades de ações a serem desenvolvidas na implantação de um PCA, onde é possível verificar que as fontes de água para a realização das atividades podem ser variadas, bem como o fato de ser possível inserir o reuso de água.

Figura 4.1: Visão macro de um PCA (Programa de Conservação de Água).

A integração de ações na Demanda e Oferta de água, com a implantação de um Sistema de Gestão consolidam um PCA. Um PCA se inicia com a otimização do consumo de água, em busca do menor consumo possível para a realização das mesmas atividades, garantindo-se a qualidade da água fornecida. Uma vez minimizado o consumo, devem ser avaliadas as possibilidades de utilização de fontes alternativas de água. Após a avaliação e implantação das ações que compõem o

PCA, deverá ser implementado um Sistema de Gestão permanente, para garantia de manutenção dos índices de consumo obtidos e da qualidade da água fornecida.

Esta tarefa deverá ser absorvida por um Gestor da Água, responsável pelo monitoramento contínuo do consumo e pelo gerenciamento das ações de manutenção preventiva e corretiva ao longo da vida útil da edificação.

O uso da água varia entre tipologias de edificações e atividades consumidoras, o que significa que o detalhamento do PCA será diferenciado entre estas. Para cada edificação devem ser identificados os maiores consumidores de água, de forma que as intervenções realizadas gerem significativas reduções de consumo.

Por exemplo, se em um edifício de escritórios, os maiores consumidores de água forem a população e uma torre de resfriamento do sistema de condicionamento de ar, as intervenções deverão ser planejadas com foco nestes consumidores.

Segundo VICKERS (2001), nas edificações comerciais e institucionais, as ações de Conservação de Água adotadas contemplam principalmente as seguintes ações:

- Ações corretivas nos sistemas hidráulicos prediais;
- Adequação de componentes hidráulicos (principalmente bacias sanitárias e mictórios);
- Melhoria dos sistemas de controle de vazões;
- Irrigação de áreas de jardins com maior eficiência (mangueiras com válvulas automáticas de fechamento, por exemplo);
- Implementação de procedimentos para as atividades consumidoras de água;
- Reuso aplicado em torres de resfriamento, áreas de irrigação de jardins, bacias sanitárias.

Nas indústrias, ainda segundo VICKERS (2001), as ações são específicas para cada setor sendo na sua maioria:

- Modificações quanto ao uso da água em equipamentos e processos, com a incorporação de novas tecnologias;
- Otimização dos processos de resfriamento;
- Reuso aplicado em diversos setores da planta industrial;
- Alterações de processo para otimização do consumo de água;
- Implantação de sistema de Gestão da Água.

Os grandes motivadores para a implantação de um PCA são:

- Economia gerada pela redução do consumo de água;
- Economia gerada pela redução dos efluentes gerados;
- Conseqüente economia de outros insumos como: energia e produtos químicos;
- Redução de custos operacionais e de manutenção dos sistemas hidráulicos e equipamentos da edificação;
- Aumento da disponibilidade de água (proporcionando, no caso das indústrias, por exemplo, aumento de produção sem incremento de custos de captação e tratamento);
- Agregação de valor aos produtos;
- Redução do efeito da cobrança pelo uso da água;
- Melhoria da visão da organização junto à sociedade – responsabilidade social.

Para a viabilidade de implantação de um PCA em qualquer que seja a edificação, faz-se importante o entendimento desta ação como a adoção de uma Política de Economia de Água. No caso de uma indústria, é fundamental a participação da alta direção a qual deverá estar comprometida com o programa, direcionando e apoiando a implementação das ações necessárias. Já em edificações comerciais ou residenciais, faz-se importante que a política adotada seja multiplicada para cada usuário desta edificação.

4.3. Usuários de Água

Os principais usuários de água podem ser classificados em industriais, comerciais, institucionais e domésticos.

No caso dos usuários domésticos estão inclusas toda e qualquer edificação residencial. Segundo VICKERS (2001), na maior parte das regiões Norte Americanas, a água é utilizada em residências para limpeza e atividades de higiene.

A figura 4.2 apresenta a distribuição do consumo de água em uma residência Norte Americana, sem aplicação de nenhuma ação a favor da Conservação de Água, com consumo per capita diário de 263 l/hab.dia.

Figura 4.2: Distribuição do consumo de água em unidade residencial unifamiliar
Fonte: VICKERS, 2001.

Em uma residência, os usos de água internos se distribuem principalmente em atividades de limpeza e higiene, enquanto que nos usos externos ocorrem devido à irrigação, lavagem de veículos e piscinas, entre outros. Após a implementação de ações que otimizam o consumo de água, o consumo per capita passa a ser de 171 l/hab.dia e a nova distribuição de consumo é apresentada na Figura 4.3 a seguir.

Figura 4.3: Distribuição de água em unidade residencial unifamiliar com Conservação de Água

Fonte: VICKERS, 2001.

Os usuários industriais envolvem indústrias de manufatura de pequeno a grande porte, indústrias químicas, alimentos, bebidas, papel e celulose, eletrônicos, petroquímica, entre diversas outras.

As indústrias, segundo VICKERS (2001) utilizam a água para quatro funções básicas: resfriamento, processos, lavagem e como matéria prima.

Para cada segmento industrial, a distribuição de água varia de acordo com as especificidades do processo industrial. No entanto, cabe ressaltar que ações integradas de atuação na demanda e oferta de água geram significativa redução no consumo de água, tornando as indústrias mais competitivas.

Os usuários comerciais incluem as edificações comerciais, edifícios de escritórios, restaurantes, hotéis, museus, entre outros.

Geralmente o uso de água para este tipo de usuário se dá para fins domésticos (principalmente em ambientes sanitários), sistemas de resfriamento de ar condicionado e irrigação.

Os usuários institucionais são edificações públicas, como escolas, universidades, hospitais, terminais de passageiros de aeroportos, entre outros. Neste tipo de usuário, o uso da água é muito semelhante ao do usuário comercial, porém o uso dos ambientes sanitários é bem mais significativo, variando de 35% a 50 % do consumo total.

Com base na conceituação de Programas de Conservação de Água exposta nos itens citados anteriormente neste capítulo, bem como as necessidades de cada usuário, será proposta no item 5 a formulação de diretrizes para implantação de Programas de Conservação de Água em edificações de forma a subsidiar gerentes de utilidades na escolha das ações mais apropriadas tecnicamente e economicamente.

5. DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

5.1. Introdução

A Conservação de Água deve ser compreendida como uma componente de viabilidade para a eficiência operacional de qualquer edificação. Para o apropriado desenvolvimento e implantação de um PCA faz-se necessário um planejamento sistêmico para obtenção de metas pré-estabelecidas, em função da tipologia da edificação, seu sistema hidráulico, usuários e atividades consumidoras de água.

Segundo NEW MÉXICO OFFICE OF THE STATE ENGINEER (1999) para o desenvolvimento de um PCA, faz-se importante que cada edificação onde tal programa está sendo implantado adote as seguintes premissas:

- Estabelecimento de metas e prioridades;
- Escolha de um Gestor da Água que será responsável pelo gerenciamento do PCA;
- Alocação planejada dos investimentos iniciais com expectativa de redução à medida que as economias geradas vão se concretizando, gerando os recursos necessários para novos investimentos;
- Redução e otimização da utilização da água, garantindo o mesmo desempenho esperado, ou melhor, das atividades consumidoras;
- Pesquisa da possibilidade de utilização de água, de fonte alternativa à concessionária local de saneamento básico, para parte ou para todo o consumo de água da edificação;
- Desenvolvimento e implantação de um Sistema de Gestão do Consumo de Água que deverá garantir a manutenção de baixos índices de consumo e o perfeito desempenho do sistema hidráulico do edifício ao longo do tempo;
- Multiplicação da importância do Programa para todas as pessoas presentes na edificação;
- Divulgação dos resultados obtidos de forma a incentivar e engajar ainda mais todos os usuários envolvidos.

O conceito de conservar água deve ser adotado tanto nas edificações já existentes, bem como em novas edificações. Nestas, o PCA deve ser incorporado ainda durante a fase de concepção, de forma a viabilizar ainda mais os investimentos e possibilidades de atuação a serem realizados.

O momento escolhido para a implantação do PCA em uma edificação é uma variável que pode alterar a possibilidade de implementar determinadas ações tecnológicas. Numa edificação já existente, as intervenções tecnológicas possíveis de serem implementadas podem tornar-se inviáveis devido a imposições da própria edificação, como, por exemplo, falta de espaço para um novo sistema de reservação de água.

No caso de uma edificação já existente, a primeira etapa para a implantação de um PCA é denominada Avaliação Técnica Preliminar e compreende a coleta das informações necessárias para avaliação dos fluxos da água na edificação, quantidades, qualidades e processos envolvidos na sua utilização. O diagnóstico realizado nesta etapa através da análise documental e do levantamento de campo, torna possível traçar metas de economia, explicitando a situação atual da edificação.

A etapa seguinte realiza a avaliação da demanda de água, de forma a otimizar o consumo da edificação. Na etapa seguinte, é feita a análise de ofertas de água. É então gerada uma matriz de atuações na demanda e oferta de água vinculada aos investimentos necessários, períodos de retorno e expectativa de economia, compondo um estudo de viabilidade técnica e econômica. A análise das informações obtidas resultará na escolha do PCA ótimo. Uma vez determinado o PCA Ótimo, em função de requisitos que variam de acordo com a edificação, são detalhadas as ações a serem implementadas. Ao final, será implantado um Sistema de Gestão de Água de forma a garantir perenidade aos novos indicadores de consumo obtidos para a edificação.

No caso de uma nova edificação, o projeto de sistemas prediais deve ser concebido considerando-se a otimização do consumo de água, a aplicação de fontes alternativas de água nos usos menos nobres, bem como facilidade de gestão do insumo através de projetos otimizados em traçados e ferramentas de monitoramento, ou seja, plano de setorização pré-estabelecido em projeto de acordo com as necessidades. Neste caso, não há limitantes executivos.

As Figuras 5.1 e 5.2. apresentam um primeiro modelo de esquema das etapas de implantação de um PCA.

Figura 5.1: Fluxograma das etapas de um PCA a ser implantado em edificação já existente.

Figura 5.2: Fluxograma das etapas de um PCA a ser implantado em novas edificações

5.2. Etapa 1: Avaliação Técnica Preliminar

Esta etapa consiste no levantamento de todos os dados e informações que envolvam o uso da água na edificação para aquisição de pleno conhecimento sobre a condição atual de utilização. Compreende o mapeamento dos usos da água na edificação, através da análise do sistema hidráulico, processos e usuários que utilizam água e dos índices históricos de consumo. A Avaliação Técnica Preliminar inicia-se com a análise dos documentos disponíveis como base para a avaliação da edificação.

5.2.1. Análise documental

Nesta etapa são levantados e analisados todos os documentos e informações disponíveis que possam auxiliar no entendimento da edificação sob a ótica do uso da água.

As Tabelas 5.1 a 5.3 exemplificam planilhas para levantamento dos documentos de interesse existentes. A análise dos documentos e a constatação da eventual falta de alguns documentos auxiliam no planejamento da avaliação da edificação.

Tabela 5.1: Relação de projetos a serem analisados.

Projetos relevantes:	Data	Descrição	Sim	Não
Projetos dos sistemas hidráulicos				
Projeto de arquitetura e lay out				
Projeto do sistema de ar condicionado				
Outros projetos de interesse				

Tabela 5.2: Relação de documentos a serem analisados.

Documentos	Sim	Não
Contas de água/energia (12 meses)		
Procedimentos existentes de processos e/ou equipamentos que utilizam água		
Especificação de equipamentos/ sistemas consumidores de água		
Planilhas de custos operacionais de ETA/ETE		
Planilhas de custos operacionais de poços artesianos		
Planilhas de custos mensais de manutenção preventiva/corretiva (12 meses)		
Planilhas de custos mensais de produtos químicos (12 meses)		
Outros documentos		

Tabela 5.3: Relação de dados gerais da edificação.

Dados gerais	Descrição
População da edificação: fixa e variável	
Horário de funcionamento da edificação	
Número de hidrômetros existentes	
Leituras de hidrômetros	
Indicadores de consumo existentes	
Legislação a ser atendida	

Deve ainda ser preparado um questionário específico da edificação a ser analisada, conforme exemplo apresentado no ANEXO 2, a ser preenchido pelo responsável da edificação para coleta das informações necessárias.

Com os dados obtidos, é possível uma primeira avaliação macro do fluxo de água na edificação, sendo em muitos casos possível determinar a quantidade de água necessária para prover usos específicos ou até mesmo, no caso de indústrias, a quantidade empregada no processo produtivo.

Destaca-se a importância nesta fase de fatores como:

- Abrangência dos documentos;
- Sua qualidade;
- Seu nível de detalhamento;
- Clareza na apresentação das informações disponíveis;
- Conhecimento técnico e experiência das pessoas envolvidas na análise.

Devem ser identificados os indicadores de consumo mais apropriados à edificação analisada, como por exemplo:

- Litros por funcionário;
- Litros por refeição preparada (cozinha industrial ou restaurante);
- Litros por hóspede (num hotel);
- Litros por leito (num hospital) ocupado ou paciente;
- m^3 de água /Kg de leite (indústria de leite);
- m^3 de água/ m^2 de área decapada (galvanaplostia);
- m^3 de água/ton de PVC (indústria de tubos).

Para as indústrias, é importante identificar a quantidade de água utilizada no processo produtivo, o qual muitas vezes é subdividido conforme a variedade de produtos envolvidos. Além disto, faz-se importante identificar os quantitativos envolvidos para resfriamento/aquecimento (torres de resfriamento, condensadores e caldeiras), bem como por atividades consumidoras de água, como lavagem de áreas externas e internas, por exemplo.

Uma vez realizado o levantamento inicial dos dados, ou seja, concluída a fase de coleta de informações por meio de projetos, documentos e/ou entrevistas com profissionais das operações que envolvam o uso da água, deve ser então realizada uma visita técnica com objetivo de avaliar “in loco” a edificação, para detalhamento e aferição dos dados já obtidos e pesquisa das demais informações necessárias.

5.2.2. Levantamento de Campo

Concluída a fase de coleta de informações por meio de documentos deve ser então planejado e realizado o levantamento de campo, por técnicos da própria edificação devidamente capacitados ou especialistas externos. O objetivo é avaliar “in loco” os diversos usos da água para detalhamento e aferição dos dados já obtidos e pesquisa das demais informações necessárias.

Devem ser avaliados os procedimentos que utilizam água, condições dos sistemas hidráulicos, perdas físicas, usos e usuários envolvidos.

Para a realização desta fase propõe-se uma sequência de atividades que facilitam o levantamento das informações:

- Acompanhamento da vistoria por um profissional, com conhecimento mínimo do sistema hidráulico e processos envolvidos, eventualmente da equipe de manutenção;
- Comparativo no local das informações obtidas na análise documental;
- Identificação dos equipamentos e processos que utilizam água, inclusive torres de resfriamento, “boilers”, filtros de osmose reversa, tanques de lavagem, equipamentos de cozinha, equipamentos hidráulicos de ambientes sanitários, entre outros;
- Comparativo dos dados de funcionalidade da edificação, equipamentos e processos com os adquiridos na análise documental;
- Geração de fluxos de água (macro e micro);
- Avaliação da pressão utilizada no sistema hidráulico;
- Checagem dos hidrômetros existentes;
- Avaliação da quantidade de água utilizada em cada tipo de consumo;
- Realização de um comparativo de consumo da edificação, de seus processos e equipamentos com dados já existentes de tipologias similares. Ressaltar as principais diferenças e buscar justificativas;
- Realização de ensaios de análise da qualidade da água (PH, dureza, sólidos totais dissolvidos, coliformes fecais, turbidez, temperatura, entre outros).

5.2.3. Produtos da Etapa 1

Com os dados obtidos é realizada uma primeira avaliação do uso da água na edificação, sendo em alguns casos possível determinar a quantidade e qualidade da água necessária para determinados processos produtivos.

Na macro-avaliação do fluxo de água busca-se compreender as fontes abastecedoras para atendimento da demanda existente até o destino final dos efluentes gerados, sem detalhamento dos usos internos. Com esta avaliação é gerado o macro fluxo de água.

É importante identificar a quantidade de água utilizada no processo produtivo, o qual muitas vezes é subdividido conforme a variedade de produtos envolvidos. É importante também identificar os quantitativos envolvidos para resfriamento/aquecimento (torres de resfriamento, condensadores e caldeiras), bem como por atividades consumidoras de água, como lavagem de áreas externas e internas, por exemplo.

A Figura 5.3 abaixo exemplifica parte do macro-fluxo da água em uma indústria de laticínios:

Figura 5.3: Macro Fluxo de Água (Indústria de Alimentos).

Na micro-avaliação do fluxo de água são detalhados:

- Fluxo da água por setor da indústria;
- Os processos, equipamentos e usuários consumidores de água;
- Balanços de entradas e saídas de água por setores identificados para comparativo com o macro fluxo de água;
- Localização e quantificação de perdas visíveis para correção futura;
- Pontos de consumo (localização e especificação);
- Cadastramento de redes externas e internas;
- Fluxo de afluentes e efluentes por setor da indústria;
- Condições de operação de equipamentos e sistemas consumidores de água;
- Comportamento dos usuários envolvidos em cada setor específico – procedimentos;

– Plano de setorização do consumo de água.

Figura 5.4: Micro Fluxo de Água (Indústria de Alimentos).

É nesta etapa também que se obtém o plano de setorização de consumo da edificação em análise. No Plano de Setorização são definidos os setores da edificação que serão monitorados através da instalação de medidores de consumo de água. Devem ser estabelecidos esquemas verticais para facilidade de instalação dos hidrômetros, bem como, uma numeração lógica para facilidade de identificação dos mesmos.

A Figura 5.5 abaixo exemplifica o esquema de setorização de um usuário industrial onde é dada ênfase no monitoramento das etapas constantes do processo produtivo de uma indústria de laticínios, com proposição de implantação de 8 hidrômetros.

Figura 5.5: Esquema de setorização do consumo

Notas: Setor 1: Balões de creme de leite; Setor 2: Tanques de CIP; Setor 3: Pasteurizadores;
Setor 4: Catelli; Setor 5: Esterilizadores; Setor 6: Concentrador B;
Setor 7: Concentrador C; Setor 8: Silos de Leite

Outro exemplo de Plano de setorização proposto é o apresentado na Figura 5.6 concebido para um usuário institucional, um aeroporto da região Norte do Brasil. Neste caso, foi dada prioridade de setorizar o consumo das áreas chamadas de terceiros, onde se estabelecem as companhias aéreas que consomem água dos aeroportos para diversas de suas atividades.

Figura 5.6: Exemplo de plano de setorização de aeroporto para monitoramento de áreas de terceiros.

5.3. Etapa 2: Avaliação da Demanda de Água

Com base nos dados coletados na etapa anterior inicia-se a avaliação da demanda de água. Nesta etapa é feita a identificação das diversas demandas para avaliação do consumo de água atual e das intervenções necessárias para otimização do consumo e minimização de efluentes.

Para tal, devem ser avaliados os seguintes tópicos para consolidação das possíveis configurações de implantação de Programas de Conservação de Água:

- Perdas físicas;
- Processos que utilizam água;
- Equipamentos hidráulicos;
- Pressão do sistema hidráulico.

5.3.1. Perdas Físicas

Em geral, as perdas ocorrem devido aos seguintes fatores:

- Vazamentos: quando há fuga de água no sistema, por exemplo, tubulações, conexões, reservatórios, equipamentos, entre outros;
- Mau desempenho do sistema: por exemplo, um sistema de recirculação de água quente operando inadequadamente, ou seja, com 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 “tocar” uma torneira ou registro.

Para a avaliação de perdas físicas, as mesmas deverão ser localizadas e mensuradas. As perdas de água podem ser visíveis ou invisíveis. Perdas físicas visíveis são aquelas perceptíveis a olho nu, pois se caracterizam por escoamento ou gotejamento de água.

Perdas físicas invisíveis, segundo OLIVEIRA (1999), são detectadas através dos seguintes indícios:

- Manchas de umidade, em paredes e pisos;
- Sons de escoamento de água;
- Sistemas de recalque continuamente ligados;
- Constante entrada de água em reservatórios.

Na Avaliação Técnica Preliminar foram levantadas e cadastradas as perdas físicas do sistema. Na Avaliação da Demanda é traçado um plano de minimização de perdas, onde são organizadas as perdas físicas detectadas e a logística de atuação para suas correções.

Nesta etapa, devem ser levantados os materiais e componentes a serem substituídos, os pontos do sistema hidráulico a serem corrigidos, a expectativa de redução do consumo e os custos envolvidos.

Devem ser realizados testes no sistema hidráulico para a detecção das perdas físicas invisíveis, inclusive com a utilização de equipamentos específicos para evitar intervenções destrutivas na edificação (ANEXO 3): Os principais testes compreendem pesquisa em:

- Alimentador predial;
- Reservatórios;
- Bacias Sanitárias.

Podem ser citados os seguintes exemplos de redução do consumo obtido pela correção de perdas físicas em implantações de Programas de Conservação de Água em indústrias nacionais:

- Usuário Institucional (Aeroporto da Região Norte): a correção de uma perda física invisível em um trecho enterrado entre os poços e o reservatório inferior geral, reduziu o consumo de 3280 m³/mês para 400 m³/mês, com investimento de R\$ 500,00 para as devidas ações corretivas (Base do estudo: maio/2004).
- Usuário Industrial (Indústria de laticínios): a correção das perdas existentes na planta, através de ações corretivas como troca de reparos, registros e trechos de tubulações e conexões, reduziu o consumo de água da fábrica de 2.200 m³/dia para 1.900 m³/dia (cerca de 14%). Esta ação gerou uma economia de 13,5% nos custos de tratamento de água da ETA da fábrica, além das economias geradas (e aqui não computadas) nos custos de tratamento de efluentes e de energia elétrica (Base do estudo: agosto/2003).

Com base nas informações coletadas na primeira etapa e agora detalhadas e analisadas, é traçado o plano de minimização de perdas, para as correções necessárias.

5.3.2. Análise do Desperdício

Em função dos dados obtidos na Etapa 1, devem ser analisadas as possibilidades de combate ao desperdício através da adequação de processos, componentes e controle da pressão da água.

Nesta fase da Avaliação de Demanda são detalhados os usos da água, considerando-se qualidade e quantidade necessárias para um fim específico e identificados os desperdícios nas atividades consumidoras, através dos seguintes questionamentos:

- Identificação de todos os processos que utilizam água;
- Como se dá a operação do processo;
- Quais equipamentos, sistemas e usuários envolvidos;
- Identificação das quantidades e qualidades necessárias da água;
- Rotinas e procedimentos existentes.

5.3.2.1. Adequação de Processos

Entende-se por adequação de processo o estabelecimento de procedimentos e rotinas específicas que garantam o uso apropriado da água para realização de atividades consumidoras, em quantidade e qualidade adequada à necessária, evitando-se desperdícios para a realização das mesmas.

Pode-se citar como exemplo de adequação de processo, o caso de uma cozinha industrial. Identificou-se que para a retirada do sal das carnes utilizadas na feijoada (servida quinzenalmente durante seis meses do ano), era utilizado um processo em que as carnes eram colocadas em tonéis e ficavam sob a ação de água corrente durante 24 horas corridas, ocasionando elevado consumo de água.

Foi feita uma adequação de processo que consistiu em realizar a retirada do sal com uso de água morna, colocada nos tonéis, reduzindo significativamente o consumo de água na atividade, obtendo-se o mesmo resultado. A adequação do processo de retirada do sal das carnes implicou em combate ao desperdício, com otimização do consumo de água.

Outro exemplo de desperdício de água que pode ser evitado através de uma adequação de processo é o de uma Seção de Combate a Incêndio (SCI) de um aeroporto. O corpo de bombeiros de um SCI realiza com determinada periodicidade treinamentos para teste dos equipamentos e veículos, lançando para descarte água potável em grande quantidade. A análise criteriosa de tal atividade consumidora mostra que não há necessidade de recarga dos veículos do SCI com água potável.

Desta forma foi proposto que o aeroporto uma adequasse este processo de treinamento, através do aproveitamento desta água para abastecimento dos veículos do SCI, reduzindo não somente o volume de água consumido, mas também o volume de efluentes gerados, sem comprometimento da atividade realizada.

Para a adequação de processos, faz-se importante que sejam detalhados procedimentos específicos, cujos conteúdos devem ser transmitidos aos usuários envolvidos nas atividades.

5.3.2.2. Adequação de Equipamentos e Componentes Hidráulicos

Com relação à adequação de equipamentos hidráulicos, os mesmos devem ser especificados de acordo com a pressão de utilização e ao tipo de uso e de usuário do ponto de consumo, devendo proporcionar conforto ao usuário, minimizando o consumo de água necessário. A tabela de equipamentos apresentada no item 3.18 auxilia na escolha apropriada dos equipamentos hidráulicos.

Preferencialmente devem ser utilizados equipamentos cujos componentes apresentem maior durabilidade de forma a viabilizar os custos provenientes de manutenção.

Por exemplo, em um banheiro público de uma rodoviária, com elevada frequência de utilização e rotatividade de usuários, cujos procedimentos de higienização muitas vezes estão aquém do necessário, indica-se a instalação de torneiras cujo fechamento seja automático, independente da vontade do usuário.

5.3.2.3. Controle de Pressão do Sistema Hidráulico

Outro fator que deve ser considerado é a pressão disponível no sistema hidráulico versus a pressão necessária para desempenho das atividades consumidoras e funcionamento dos equipamentos hidráulicos. O controle da pressão pode representar importante contribuição para a redução do consumo de água.

Segundo a AWWA (1986), uma redução de pressão de 30 mca para 17 mca pode implicar em economia de aproximadamente 30% do consumo de água. Constatada a existência de pressão superior à necessária devem ser especificados dispositivos adequados a cada caso, como, por exemplo, restritores de vazão, placas de orifício ou válvulas redutoras de pressão.

Como exemplo pode-se citar a redução de 12% do consumo de água de uma indústria de laticínios pela ação de controle da pressão no sistema hidráulico da fábrica, através da instalação de válvulas redutoras de pressão em pontos estratégicos das tubulações de água, significando uma economia em torno de 14% nos custos de tratamento de água da ETA da fábrica, além das economias geradas (e aqui não computadas) nos custos de tratamento de efluentes e de energia elétrica.

5.3.2.4. Níveis de Qualidade da Água

Dentre os dados obtidos na Etapa 1 (Avaliação Preliminar) foram relacionadas as características da água utilizada em cada atividade consumidora da unidade.

Nesta etapa, tais características devem ser comparadas à qualidade efetivamente necessária para o bom desempenho da atividade, como base para subsidiar a etapa 3 do Programa, Avaliação da Oferta.

A Organização Mundial de Saúde -OMS estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano. Entretanto, nem todas as atividades consumidoras de água de uma edificação exigem que a água utilizada possua o mesmo grau de qualidade do consumo humano. Nota-se que, em geral, nas diversas tipologias de edificações utiliza-se água com elevado grau de qualidade para todos os fins.

Uma forma de otimizar o uso da água é utilizar água menos nobre para fins menos nobres.

O PCA prevê a análise da viabilidade do uso de diferentes graus de qualidade para atendimento das várias atividades consumidoras de uma edificação. Por exemplo, em uma residência, a água utilizada em uma máquina de lavar roupas pode ser reutilizada para lavagem de áreas externas.

Cabe ressaltar que ao utilizar água de diferentes graus de qualidade há necessidade de controlar permanentemente a sua qualidade para garantir funcionalidade e resguardar todos os usuários e equipamentos consumidores da edificação em análise.

5.3.2.5. Produtos da Etapa 2

O resultado desta etapa 2 é o comparativo quantitativo e qualitativo entre o consumo atual de água da edificação e o consumo otimizado a ser obtido.

Através da Avaliação da Demanda de Água obtém-se o diagnóstico das perdas e usos excessivos, bem como dos impactos gerados pelas ações tecnológicas possíveis para adequação dos usos e processos para otimização do consumo.

Ao final desta Avaliação são obtidas as seguintes informações que caracterizam o uso atual da água na edificação (cenário inicial):

- Distribuição do consumo de água;
- Distribuição do consumo de água pelos grandes consumidores da edificação;
- Geração de efluentes atual da edificação.

Com a avaliação da demanda é gerado um planejamento contemplando a adequação de componentes hidráulicos e processos que utilizam água, controle de vazão e pressão e minimização das perdas físicas. São geradas diferentes configurações de uso da água para a edificação, com possibilidade de aplicação de diferentes graus tecnológicos, de tal forma que o consumo de água seja otimizado. É possível então se determinar a expectativa de redução do consumo com:

- Plano de minimização de perdas;
- Controle de pressão do sistema hidráulico;
- Adequação de componentes;
- Adequação de processos.

Ainda nesta etapa são estimados os investimentos necessários e os períodos de retorno para cada uma das configurações concebidas.

5.4. Etapa 3: Avaliação da Oferta de Água

Uma vez caracterizada a demanda de água necessária para atendimento das atividades consumidoras da edificação em estudo, são avaliadas qualitativa e quantitativamente, as possíveis fontes de abastecimento de água.

O primeiro passo desta etapa é avaliar, dentre as fontes existentes, quais são as aplicáveis à edificação. Como base para tal avaliação, são citadas no item 3.3 deste estudo, as principais fontes de água no Brasil. Esta avaliação baseia-se na região onde está localizada a edificação, nos tipos de usos, usuários, viabilidade econômica das tecnologias de tratamento necessárias e complexidade do sistema de gestão da qualidade e quantidade necessária. Ressalta-se que as tecnologias de tratamento de água e efluentes, variam a cada caso e devem ser baseadas nos itens 3.4.1 e 3.4.2 deste trabalho.

De maneira geral, as edificações podem ter seu abastecimento proveniente da rede pública, de responsabilidade da Concessionária local de Saneamento Básico, ou das seguintes fontes alternativas:

- Captação direta de mananciais;
- Águas subterrâneas.
- Águas pluviais;
- Reúso de efluentes.

Para o abastecimento de água, um dos requisitos importantes na escolha de alternativas deve considerar não somente custos envolvidos na aquisição, mas também custos relativos à descontinuidade do fornecimento, custos de manutenção e operação, custos relativos à garantia da qualidade necessária a cada uso específico, resguardando a saúde pública dos usuários internos e externos.

Utilizar água proveniente não da concessionária implica no ônus de tornar-se “produtor de água” e, portanto responsável pela gestão qualitativa e quantitativa deste insumo nas fontes de abastecimento. O uso negligente de fontes alternativas de água ou a falta de gestão dos sistemas alternativos podem colocar em risco o consumidor e as atividades nas quais a água é utilizada, pela utilização inconsciente de água com padrões de qualidade inadequados.

Cuidados específicos devem ser considerados para que não haja risco de contaminação a pessoas ou produtos ou de dano a equipamentos. O sistema hidráulico deve ser independente e identificado, torneiras de água não potável devem ser de acesso restrito, equipes devem ser capacitadas, devem ser previstos reservatórios específicos, entre outras ações para garantia de bons resultados.

Recomenda-se a participação de um profissional especialista na avaliação do uso de fontes alternativas de água, além da implantação do Sistema de Gestão da Água para monitoramento permanente.

Cabe ressaltar que qualquer que seja a fonte abastecedora de água, inclusive a concessionária, a edificação deve estabelecer um Sistema de Gestão da Água que garanta que a qualidade e quantidade disponibilizada em cada caso específico seja compatível com o uso a que se destina.

5.4.1. Concessionária

Para avaliação do abastecimento de água através da concessionária, é necessário verificar a existência de rede pública local. Além disso, deve-se também verificar a tarifa cobrada, que varia de acordo com a tipologia da edificação.

Cabe ressaltar que a Concessionária possui diferentes modalidades de fornecimento de água, o que muitas vezes pode ser economicamente atrativo para determinadas edificações.

Além do fornecimento de água potável, existem atualmente concessionárias que fornecem água de reúso, o qual deve ser considerado também como fonte alternativa de água pra usos específicos.

A análise de aplicação da água de reúso deve considerar aspectos técnicos da qualidade da água, logística de distribuição da mesma, gestão da qualidade da água fornecida, e avaliação econômica, considerando além da tarifa de fornecimento, custos de transporte, se houver, custos associados à gestão, tratamentos adicionais, se necessário, entre outros.

O valor da tarifa é composto pelo custo da distribuição da água potável ou de reúso somado ao valor relativo à coleta e tratamento de efluentes. O valor da conta d'água é obtido, portanto, com base no consumo mensal total, através da leitura de hidrômetro. Existem casos específicos de usuários que a partir de contratos de demanda, obtém junto a sua concessionária local, um valor unitário menor por possuir um contrato de consumo mensal fixo.

Em alguns casos especiais existe, ainda, a possibilidade de negociação de tarifas diferenciadas junto à concessionária. Por exemplo, no caso de sistema de resfriamento com leitura individualizada de água, pode-se eventualmente negociar um novo valor, pela não geração de efluentes. Outra forma de obtenção de tarifas diferenciadas é a implantação de Programas de Conservação de Água, ação incentivada por algumas concessionárias brasileiras.

5.4.2. Captação Direta de Mananciais

Para o uso de água captada diretamente de mananciais, o primeiro passo é a verificação da legislação a ser cumprida, inclusive referente aos órgãos ambientais, para identificação da possibilidade ou não de captação, da classe do corpo d'água e da bacia hidrográfica onde este corpo d'água está inserido, entre outros. No caso de existência de comitê de bacia hidrográfica estabelecido deve-se verificar a viabilidade de uso desta água junto ao mesmo e o valor da Cobrança pelo uso da água associada a tal consumo.

Uma vez constatada a permissão e condições de captação, deve ser emitida uma outorga para o uso, através da entidade fiscalizadora local.

Definidas as questões legais, o próximo passo é a caracterização qualitativa e quantitativa da água a ser captada, com base na outorga concedida. Com base nos usos a serem atendidos, devem então ser especificados os tipos de tratamento adequados, viabilidade técnica de implantação (por exemplo, espaço físico), investimentos necessários, logística de operação, custos de manutenção e recursos humanos necessários.

5.4.3. Águas Subterrâneas

O uso de águas subterrâneas é regido por legislação específica. Para a perfuração de poços artesianos é necessário obter-se uma licença junto ao DAEE – Departamento de Água e Esgoto, além de solicitar uma Outorga de Direito de Uso, por geólogo habilitado junto ao CREA.

Em geral, as empresas não podem garantir a existência de água, tampouco a vazão a ser obtida. Pesquisas de poços anteriormente abertos na região são úteis para avaliação da oportunidade ou não de se perfurar um poço. A maioria dos poços perfurados resulta em experiência bem sucedida, com relação à quantidade de água disponibilizada.

A maneira mais simples e econômica de descobrir se há água e em que quantidade é perfurando um poço, ou seja, não há prospecção prévia.

Deve ser colocado um hidrômetro na saída do poço para realização da cobrança do esgoto em quantidade equivalente ao volume de água captado pela concessionária local e como instrumento do sistema de gestão.

Com base nos usos a serem atendidos, devem então ser especificados os tipos de tratamento adequados, viabilidade técnica de implantação (por exemplo, espaço físico), investimentos necessários, logística de operação e custos de manutenção.

5.4.4. Águas Pluviais

Para a análise da possibilidade de aplicação de águas pluviais, devem ser realizadas simulações de captação e reserva em função de séries históricas de dados pluviométricos médios mensais de Postos Pluviométricos próximos à edificação.

Para o desenvolvimento de um projeto de aproveitamento de águas pluviais deve-se inicialmente identificar demandas possíveis de serem supridas por tal volume. Em seguida, é calculada a área de coleta e dimensionado o volume do reservatório. Cabe ressaltar que ao reservar e utilizar águas pluviais, além de reduzir o consumo de água potável para diversos fins, a edificação em questão não contribuirá com o sério problema das enchentes em muitas cidades.

Com base nos usos a serem atendidos, devem então ser especificados o sistema de aproveitamento de água a ser implementado, os tipos de tratamento adequados, viabilidade técnica de implantação (por exemplo, espaço físico), investimentos necessários, logística de operação e custos de manutenção.

5.4.5. Reúso de Efluentes

A análise da viabilidade de utilização de efluente tratado inicia-se com a caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes gerados, estabelecendo-se os critérios de segregação e os tratamentos necessários.

Num primeiro momento deve ser avaliada a possibilidade de utilização direta dos efluentes, ou seja, sem a necessidade de tratamento específico, o que muitas vezes é possível quando a qualidade do efluente gerado é apropriada para aplicação direta em um determinado fim. Por exemplo, a água utilizada no último ciclo de um processo de limpeza de tubulação, que pode ser reservada e reutilizada no primeiro ciclo do próximo processo.

Depois de coletados os dados qualitativos e quantitativos dos efluentes gerados, devem ser checados os requisitos de qualidade exigidos para cada aplicação, como subsídio para a definição das tecnologias de tratamento de efluentes necessárias.

O uso de efluentes tratados como fonte de água para a realização de determinados fins implica em um Sistema de Gestão que monitore continuamente esta fonte alternativa de água (qualitativa e quantitativamente), de forma a garantir o perfeito funcionamento e vida útil dos equipamentos e processos envolvidos, bem como resguardar os usuários de qualquer risco à saúde.

Em resumo, os passos para análise da possibilidade de reuso de efluentes em uma edificação devem considerar:

- Análise dos tipos de efluentes gerados;
- Especificação da segregação dos efluentes gerados;
- Verificação da possibilidade de aplicação direta dos efluentes gerados;
- Avaliação da quantidade e qualidade de água do efluente gerado;
- Possibilidades de reuso de efluente tratado;
- Especificação das possíveis tecnologias de tratamento em função das atividades consumidoras;
- Avaliação dos custos envolvidos com tecnologias necessárias, dispositivos de controle e implantação do sistema de gestão.

Devem então ser especificados, caso a caso, a viabilidade técnica de implantação do reuso, investimentos necessários, logística de operação e custos de manutenção.

5.4.6. Produtos da Etapa 3

O resultado desta etapa é a análise quantitativa e qualitativa das possibilidades de oferta de água para a edificação.

São planejadas as ações para incorporação de águas menos nobres para aplicação em atividades consumidores menos nobres. Desta análise resultam os seguintes parâmetros:

- Possibilidade de abastecimento através de concessionária (água potável e água de reúso);
- Possibilidade de captação direta e tratamento necessário;
- Possibilidade do uso de águas subterrâneas, usos específicos e tecnologias de tratamento necessárias;
- Volume de reservação de água de chuva e possíveis usos;
- Formas de segregação dos efluentes gerados;
- Possibilidades de reuso, aplicações e tecnologias necessárias;
- Volume de efluentes minimizado após a incorporação de cada uma das ações anteriormente citadas;
- Logísticas de operação;
- Investimentos necessários;
- Custos de Manutenção.

Com a avaliação da oferta de água são então consolidados todos os dados e análises técnicas para a montagem de cenários possíveis de PCA a ser implementado à edificação.

5.5. Etapa 4: Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

5.5.1. Objetivos

Segundo HIRSCHFELD (2000), estudo de viabilidade de um empreendimento ou projeto é o exame de um projeto a ser realizado a fim de verificar-se sua justificativa, levando-se em consideração aspectos jurídicos, técnicos, financeiros, entre outros.

Esta etapa possui por objetivos:

- Consolidar o Programa de Conservação de Água considerado como ótimo;
- Planejar as ações para implantação do mesmo, com ênfase nos maiores consumidores, para a imediata geração de economias, com baixos investimentos e períodos de retorno atrativos.

O Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica é a etapa de composição dos dados gerados na avaliação de demanda e oferta de água, através da criação de diferentes configurações possíveis ou cenários para uma mesma edificação.

Para cada edificação, dependendo do interlocutor envolvido (por exemplo, em um edifício comercial em construção, o interlocutor pode ser o incorporador ou a construtora; em uma indústria a própria gerência ou diretoria), a escolha do PCA a ser implantado é determinada por critérios eleitos pelo interlocutor que determina as condições exigíveis para implantação.

O número de cenários a serem gerados varia de acordo com a complexidade da tipologia em análise. No entanto, no caso de haver mais de um cenário a ser proposto faz-se importante que a cada novo cenário haja uma implementação gradativa de tecnologia. Os cenários desenvolvidos deverão ser avaliados de forma a se obter a melhor compatibilização de eficiência técnica e financeira.

5.5.2. Análise Técnica e Econômica da Conservação de Água

A aplicação de qualquer prática de Conservação de Água deve considerar as questões de ordem técnica, operacional e econômica.

De maneira geral, a primeira pergunta que se faz quando do desenvolvimento de Programas de Conservação de Água é qual será o custo para a sua implantação e sua comparação com os possíveis benefícios a serem gerados.

Muito embora os objetivos da otimização do uso da água e redução de efluentes estejam diretamente associados ao melhor aproveitamento dos recursos naturais e conseqüentemente à redução de custos, para que estes benefícios possam ser atingidos é necessário que seja feito um investimento inicial.

A implantação de Programas de Conservação de Água gera de forma direta o que se denomina Benefícios Tangíveis.

Segundo HIRSCHFELD (2000), benefícios tangíveis são aqueles que podem ser expressos em valores econômicos de forma direta, com simplicidade. A exemplo disto podemos citar a redução da conta de água de uma edificação abastecida por uma concessionária quando da aplicação de um PCA.

No entanto, há outros benefícios ditos intangíveis que também deve ser considerados como fator positivo e inclusos na análise econômica para viabilizar uma determinada configuração.

Segundo HIRSCHFELD (2000), benefícios intangíveis não podem ser expressos em termos econômicos com facilidade, pois muitas vezes são valorizados subjetivamente.

Numa avaliação econômica convencional, a tomada de decisão sobre a implantação, ou não, está diretamente relacionada aos recursos envolvidos e aos períodos de retorno que se espera obter após a implantação desta mesma atividade ou projeto. Nesta situação a decisão depende de uma análise comparativa entre os custos e benefícios diretamente relacionados à implantação da atividade ou projeto

Segundo MIERZWA (2002), a avaliação econômica de alternativas que visam a Conservação de Água deve considerar como custos:

- “Custos diretos: incluem os custos que são identificados em uma análise financeira convencional como, por exemplo, capital investido, matéria-prima, mão de obra e custos de operação, entre outros”;
- “Custos indiretos: são os custos que não podem ser diretamente associados aos produtos, processos, ou instalações como um todo, alocados como despesas gerais. Estão incluídos nesta categoria os custos de projeto, custos de monitoração e de descomissionamento”;
- “Custos duvidosos: são os custos que podem, ou não, tornarem-se reais no futuro. Esses podem ser descritos qualitativamente ou quantificados em termos da expectativa de sua magnitude, frequência e duração. Como exemplo podem-se incluir os custos originados em função do pagamento de indenizações e/ou multas resultantes de atividades que possam comprometer o meio ambiente e a saúde da população”;
- Custos intangíveis: são os custos que requerem alguma interpretação subjetiva para a sua avaliação e quantificação. Por exemplo, custos originados em função da mudança da imagem corporativa da empresa, relação com os consumidores, moral dos empregados e relação com os órgãos de controle ambiental.

Mais recentemente, com a implantação dos Sistemas Federal e Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, um outro fator a ser considerado na avaliação financeira dos programas de Conservação de Água refere-se à cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Recomenda-se para a análise da melhor alternativa econômica que seja aplicado o método do Valor Presente Líquido. Segundo HIRSCHFELD (2000), este método determina um valor no instante inicial, a partir de um fluxo de caixa que considera uma série de despesas e receitas.

Quando da análise de um fluxo de caixa de uma alternativa j , onde ocorrerem receitas e despesas, a somatória de todos os valores envolvidos nos n períodos considerados, trazidos ao instante zero se chama *valor presente líquido*. Deve ser considerada uma taxa de juros comparativa i .

A equação 5.1 que se deve aplicar para o cálculo do VPL_j (*valor presente líquido*) é a apresentada abaixo:

$$VPL_j = \sum F_n (1 + i)^{-n}$$

Onde:

j varia de 0 a n .

n =número de períodos envolvidos (horizonte);

F_n = cada um dos valores envolvidos no fluxo de caixa e que ocorrem em n ;

i =taxa de juros.

A composição de custos envolvidos (despesas) para a implantação de um PCA, bem como receitas obtidas, variam de acordo com a tipologia envolvida, podendo muitas vezes necessitar de análises mais complexas. Os benefícios obtidos podem ser ocasionados não somente pela economia de água obtida pela implantação do PCA, mas também por postergar ou eliminar a necessidade de novos investimentos em ações que supram a demanda não otimizada.

Para a análise econômica, sugere-se que sejam computados todos os custos e receitas envolvidas. Para tal, faz-se importante a compreensão sistêmica do uso da água na edificação. Muitas vezes, tal análise é dificultada por falta de informação apropriada. Os custos envolvidos na implantação de um PCA, por exemplo, deverão considerar:

- Custo da água (tratamento, bombeamento, entre outros);
- Custo de produtos químicos necessários;
- Custo de recursos humanos para gestão da água;
- Custo de energia;
- Custo da cobrança pelo uso da água;
- Custo de tecnologias a serem implementadas como equipamentos economizadores, medidores de consumo de água, sistemas de tratamento, entre outros.

Os benefícios obtidos com a implantação de um PCA devem considerar, em valores monetários, por exemplo:

- Economia de água e energia;
- Economia de produtos químicos e demais insumos;
- Economia de custos relativos à minimização dos efluentes gerados;
- Economia do valor da cobrança pelo uso da água;
- Valor agregado ao produto final obtido através da economia gerada com a redução do consumo de água necessário para a produção do mesmo;
- Valor agregado ao produto final obtido através da melhoria da imagem institucional.

Após a totalização de custos e receitas, sugere-se a montagem de um fluxo de caixa para avaliação do valor presente líquido e o período de retorno associado.

5.5.3. Montagem dos Cenários

Um Programa de Conservação de Água adequado será consolidado a partir do estabelecimento de configurações possíveis de atuação na demanda e na oferta.

A montagem das configurações se faz de forma gradativa, considerando início nas ações que otimizem o consumo, com posterior inclusão de ações que considerem ofertas alternativas de água.

A configuração inicial será a da condição atual da edificação, no caso de edifícios existentes. No caso de novas edificações, deve-se considerar como configuração inicial a condição convencional de tal edificação ou seja, quando a concepção da mesma sem a ótica da Conservação de Água.

As configurações geradas a partir desta devem contemplar incrementos tecnológicos gradativos. O passo a passo para a composição deve considerar esta sequência:

- Ações de otimização do consumo de água, com conseqüente minimização dos efluentes gerados;
- Uso de fontes alternativas gerando nova redução dos volumes captados, consumidos e efluentes gerados;

Para cada cenário gerado, deve-se avaliar os investimentos necessários para cada ação, respectiva economia de água e efluentes gerados. O cálculo do período de retorno deverá ser aplicado após a análise dos investimentos pelo método do Valor Presente. Através desta análise financeira de cada alternativa, é possível uma decisão mais realista da melhor configuração ou cenário proposto.

Além disto, a avaliação comparativa das possibilidades deverá considerar outros aspectos como:

- Aspectos técnicos;
- Aspectos operacionais;
- Funcionalidade e gestão das ações;
- Responsabilidade social;
- Valor a ser agregado.

Vale ressaltar que esta análise deve ser auxiliada por profissionais capacitados para que a tomada de decisão pelo PCA ótimo seja a mais adequada para a edificação em estudo.

A Tabela 5.4 é um exemplo para a avaliação dos resultados das configurações possíveis que norteiam a escolha do PCA ótimo, onde foi sugerido o agrupamento das informações da seguinte maneira:

- Coluna (1): cenários propostos;
- Coluna (2): ações propostas;
- Coluna (3): consumo mensal da água a cada cenário;
- Coluna (4): custo mensal da água;
- Coluna (5): investimento necessário a cada cenário;
- Coluna (6): economia mensal em R\$/mês;
- Coluna (7): período de retorno.

O PCA eleito como o mais adequado para a edificação em estudo, é então nomeado de PCA ótimo.

Tabela 5.4: Exemplo de montagem de cenários para uma edificação.

Cenários (1)	Ações propostas (2)	Consumo Concessionária (m³/mês) (3)	Conta Concessionária R\$/mês (4)	Investimento necessário R\$ (5)	Expectativa de economia R\$/mês (6)	Retorno Meses T (7)
Cenário 1	Situação atual	C ₁	DA ₁	I ₁	E ₁	-
Cenário 2	Adequação de equipamentos, processos, minimização de perdas, controle de vazão e pressão e setorização do consumo	C ₂	DA ₂	I ₂	E ₂	T ₂
Cenário 3	Idem com incremento de tecnologias	C ₃	DA ₃	I ₃	E ₃	T ₃
Cenário 4	Idem com incremento de tecnologias	C ₄	DA ₄	I ₄	E ₄	T ₄
Cenário 5	Idem ao anterior mais aproveitamento de águas pluviais	C ₅	DA ₅	I ₅	E ₅	T ₅
Cenário 6	Idem ao anterior mais uso de águas subterrâneas	C ₆	DA ₆	I ₆	E ₆	T ₆
Cenário 7	Idem ao anterior mais reuso de efluentes localizado	C ₇	DA ₇	I ₇	E ₇	T ₇
Cenário 8	Idem ao anterior mais reuso total (ETE)	C ₈	DA ₈	I ₈	E ₈	T ₈

Como já citado, os critérios que fazem um PCA o mais apropriado se diferenciam, pois a ótica da escolha do mais apropriado varia de acordo com as necessidades específicas de cada interlocutor. Por exemplo, em uma indústria onde a geração de efluentes seja um problema, um critério para a determinação do PCA ótimo pode ser a escolha do cenário que resulte na menor geração de efluentes, de modo que as soluções técnicas propostas atendam a este requisito, independente dos investimentos necessários.

Outro exemplo seria a implantação do PCA em um edifício comercial em concepção, onde a opção pelo PCA ótimo deve atender às expectativas financeiras do investidor (incorporador ou construtora), possuindo atratividade tal que permita que o usuário final valorize o m^2 de tal empreendimento, de forma a atender as expectativas de retorno econômico almejado pela construtora ou incorporadora envolvida.

Uma forma de auxiliar a escolha do cenário mais apropriado obtida através da plotagem dos parâmetros que são mais significativos. Na Figura 5.7, por exemplo, é apresentado o gráfico desenvolvido em estudo de viabilidade para implementação de PCA em uma edificação comercial onde os parâmetros importantes eram a economia de água gerada versus o custo da água por m^2 .

Para cada tipologia a ser avaliada para a implantação de um PCA deverão ser feitos os comparativos apropriados entre cenários, com parâmetros que mostrem a atratividade e retorno de cada ação proposta.

Figura 5.7: Gráfico do custo da água por metro quadrado versus economia de água gerada em cada um dos cenários propostos.

É possível observar que a escolha do cenário eleito, sob o aspecto de viabilidade técnica e econômica encontrava-se entre o intervalo dos Cenários 6 e 8. Porém cabe lembrar novamente que, como citado acima, a escolha do PCA a ser implantado é determinada por critérios eleitos pelo interlocutor que determina as condições exigíveis para implantação.

5.6. Etapa 5: Detalhamento e Implantação do PCA

Em função do cenário selecionado (PCA ótimo), das metas de redução estabelecidas e da disponibilidade de investimento, são detalhadas as ações tecnológicas a serem implementadas. Cabe ressaltar que muitas vezes a implementação das ações que compõe o PCA ótimo são implantadas gradativamente de forma que as economias geradas por cada ação previamente planejada e consolidada, gere economias tais que viabilizem a ação seguinte prevista no PCA.

O detalhamento das ações propostas no PCA ótimo contempla as seguintes etapas:

- Elaboração de cronograma de implantação das atividades para elaboração de fluxo de caixa;
- Especificação do sistema de setorização para monitoramento do consumo;
- Detalhamento de cada intervenção (elementos gráficos e/ou descritivos);
- Especificação de sistemas, materiais e equipamentos a serem instalados;
- Elaboração de procedimentos para as atividades consumidoras de água contempladas pelo PCA;
- Manuais de manutenção e operação dos sistemas e equipamentos.

Após o detalhamento das ações, deve ser dado início à implantação do PCA eleito.

Cabe ressaltar alguns aspectos:

- Uma vez estabelecido que será implantado um PCA, os responsáveis poderão implantar ações imediatas, à medida que as etapas propostas pelo Programa forem evoluindo como: correção de perdas físicas detectadas, implantação do Plano de Setorização do Consumo (produto da etapa 1). Estas ações já trarão impactos ao consumo de água. Não se deve deixar de realizar ações simples, por inflexibilidade de programação. Muitas vezes pequenas ações que não exigem nem ao menos investimentos, podem gerar significativos impactos de economia, por exemplo, campanhas de conscientização e disponibilidade de informações;
- Ações de conscientização do uso da água poderão ser realizadas imediatamente ao estabelecimento de uma Política de Gestão da Água e devem ser permanentemente realizadas;
- As ações já detalhadas e constantes do PCA poderão ser implementadas de forma gradativa, de acordo com a disponibilidade de investimentos, bem como prioridades de metas a serem alcançadas;
- Deverá ser feito o acompanhamento da implementação das ações por profissionais capacitados de maneira a garantir total concordância com o projeto executivo.

5.7. Etapa 6: Implantação do Sistema de Gestão de Água

A Conservação de Água envolve duas áreas distintas, técnica e humana. A área técnica engloba as ações de avaliação, medições, aplicações de tecnologias e procedimentos para enquadramento do uso. A área humana envolve comportamento e expectativas sobre o uso da água e os procedimentos para realização de atividades consumidoras.

Segundo NEW MÉXICO OFFICE OF THE STATE ENGINEER (1999), para que um Programa de Conservação de Água seja implementado com sucesso, é necessário que seja implantada na edificação em estudo uma Política de Gestão da Água que possua como premissas básicas:

- Implementação da Política de Conservação de Água pela direção ou responsáveis pela edificação;
- Integração do Plano de Gestão da Água com os demais insumos, de forma que seja possível avaliar os impactos gerados do PCA aos demais insumos, inclusive, após a aplicação do programa;
- Sinergismo e alinhamento das áreas humanas e técnicas. Atualização constante dos dados. É necessário obter-se dados da condição anterior à implantação do Programa para que seja possível mensurar os progressos obtidos e o cumprimento de metas, bem como o planejamento das ações futuras dentro de um plano de melhoria contínua;
- Lógicas gradativas de aplicação das intervenções, iniciando-se pelas mais “óbvias”, ou as que geram maiores impactos de economia, dentro de períodos de retorno atrativos e menores investimentos;
- Avaliação contínua não só da quantidade de água envolvida nas atividades, mas também, da forma como a mesma é utilizada e com que qualidade. Para tal, é necessário sempre que haja o seguinte questionamento: “este processo ou equipamento ou atividade específica está sendo realizado e como otimizá-lo para que este melhore seu desempenho consumindo menor quantidade de água?”;

- Avaliação dos custos envolvidos considerando o real custo da água, o qual pode ser, uma composição de custos, como por exemplo: custo da conta de água; custo de resfriamento e aquecimento; custo de tratamento, custo de bombeamento; custos de tratamento de efluentes e disposição final;
- Avaliação do custo do ciclo de vida das opções de Conservação de Água – não se deve apenas considerar os investimentos iniciais. Muitas ações que parecem inicialmente proibitivas no aspecto econômico tornam-se viáveis quando amortizadas pela vida útil dos equipamentos;
- Divulgação das diretrizes básicas, metas e economias geradas aos usuários internos e externos à entidade.

Para a manutenção dos índices de economia obtidos é necessário que o Plano de Gestão compreenda as seguintes ações:

- De base operacional;
- De base institucional;
- De base educacional.

É igualmente importante que seja realizada com seriedade a Gestão do Consumo de Água de uma edificação para, entre outros, o controle sistemático da qualidade desta água, nos casos onde se fizer necessário, de forma a não haver riscos para os usuários e prejuízos de qualquer atividade.

5.7.1. Ações de Base Operacional

Define-se por ação de base operacional àquelas de enfoque sistemático, permitindo manter sob controle os indicadores obtidos, bem como atualizada a avaliação da edificação quanto ao uso da água. Faz parte destas ações:

- Criação de política permanente de manutenção preventiva e corretiva;
- Geração de procedimentos específicos de uso da água nos processos prediais e industriais, constantemente atualizados;

- Acompanhamento do monitoramento contínuo do consumo através de planilhas eletrônicas e gráficas;
- Realização de vistorias aleatórias nos setores de maior consumo para avaliação do uso da água;
- Constante divulgação das novas metas e resultados obtidos para todos os usuários da edificação em estudo;
- Atualização constante dos dados;
- Plano de melhoria contínua.

5.7.2. Ações de Base Educacional

As ações de base educacional garantem o acompanhamento e mudança comportamental dos usuários. Estas atividades estão divididas entre dois diferentes públicos, o primeiro deles, o gestor da água e o segundo, os demais usuários.

O Gestor ou Gestores da Água (depende da tipologia, de sua dimensão e complexidade), é o responsável por transformar o comprometimento assumido em conservar a água em um plano de trabalho exequível, com o objetivo de alcançar as metas pré-estabelecidas pela organização. O Gestor da Água é responsável por:

- Avaliar as ações de conservação já realizadas, com análise dos impactos positivos e negativos;
- Buscar subsídios que justifiquem o benefício do PCA nesta edificação para motivação dos demais usuários;
- Estabelecer as verbas necessárias e se possível, dependendo da tipologia, garanti-las junto à alta gerência ou responsáveis;
- Estabelecer critérios de documentação e avaliação das ações a serem realizadas;
- Estabelecer as ações de base educacional a serem desenvolvidas junto aos demais usuários;
- Traçar diretrizes para as ações de base institucional de forma a fortalecer a divulgação do PCA;

- Estabelecer ações de base operacional, desenvolvendo critérios de medição como forma de subsídio constante para que haja uma melhoria contínua dos resultados obtidos;
- Reportar constantemente o andamento e resultados obtidos aos responsáveis;
- Abertura e divulgação na mídia;
- Transparência de ações e resultados.

Para os demais usuários da edificação, devem ser multiplicadas as diretrizes e ações do PCA através do estabelecimento de um programa educacional que deverá informar, por exemplo:

- A importância e necessidade do PCA adotado para a edificação;
- As metas a serem atingidas;
- A importância da contribuição de cada usuário no cumprimento das metas da entidade;
- O estabelecimento de metas de economia por usuário e por equipes para incentivo ainda maior da obtenção das metas;
- Novos procedimentos e equipamentos;
- Divulgação constante dos resultados obtidos para avaliação crítica da atuação de cada um dentro da edificação.

Sugere-se ainda que cada usuário da edificação receba uma carta da direção ou principais responsáveis pelo PCA implantado, comunicando dos detalhes e metas do programa, solicitando o apoio dos mesmos e convidando-os a participar e colaborar com informações.

Para a multiplicação das informações necessárias e engajamento de todos os usuários, o gestor da água deve ainda divulgá-las através de cartas, e-mails, relatórios, manuais, “posters”, entre outros. Outras medidas que auxiliam num maior envolvimento dos usuários com a Conservação de Água são, por exemplo:

- Estabelecimento de um programa de incentivos (participação dos usuários nas economias obtidas; bônus para usuários que detectarem perdas físicas ou desperdícios dentro da edificação);
- Criação de um “canal” aberto de comunicação onde cada usuário possa contribuir com o PCA implantado;
- Criação de um “slogan” para que a Conservação de Água se torne um programa de destaque dentro da edificação.

5.7.3. Ações de Base Institucional

Estas ações visam o usuário interno e externo à edificação, com foco na principal na responsabilidade social e benefício a ser gerado para o meio ambiente externo. São atividades desta ação:

- Multiplicação do PCA implantado para a comunidade externa, como fator positivo quanto à integração edificação - meio ambiente, através de relatórios publicados, seminários, revistas, jornais, entre outros. Faz-se importante que a edificação seja visitada por pessoas do ambiente externo para que os resultados dos trabalhos possam ser apresentados, divulgados e tornando-se referência as demais;
- Retroalimentação constante da alta gerência com o Gestor da Água e vice versa dos resultados obtidos para fortalecimento da Política de Conservação estabelecida;
- Abertura e divulgação dos resultados obtidos para a mídia;
- Transparência de ações e resultados.

5.8.Fluxograma de Ações para Implantação de um PCA

As figuras 5.1 e 5.2 apresentadas anteriormente detalham, respectivamente, as etapas a serem desenvolvidas para a implantação de PCAs em edificações existentes e em concepção. No entanto, após a formulação das diretrizes, pode-se perceber que em cada etapa estão contidas diversas atividades através das quais são obtidos produtos que, se avaliados de forma sistêmica, subsidiarão a consolidação das ações de Conservação de Água a serem estabelecidas.

No caso de novas edificações estão eliminadas, da etapa 1, as atividades de levantamento de campo, bastando-se apenas a análise documental. Ainda neste caso, as ações propostas nas etapas 2 e 3 deverão ser incorporadas ao projeto de sistemas prediais, bem como demais projetos específicos de processos que utilizem água.

A análise de viabilidade econômica deverá considerar as diferenças de investimentos referentes à situação da edificação em análise se concebida de forma convencional versus a edificação concebida sob a ótica da Conservação de Água. As ferramentas de monitoramento de consumo de água, bem como tecnologias propostas devem ser incorporadas durante à execução da edificação.

No caso da edificação existente, a aplicação dos investimentos necessários pode ser realizada de forma gradativa, sendo que há retroalimentação de informações e dados para a contínua melhoria do programa a ser consolidado. A figura 5.8 apresenta o fluxograma de ações consolidado para cada uma das etapas propostas, considerando as principais atividades contidas em cada etapa, os principais produtos e retroalimentação da formulação proposta.

Figura 5.8: Fluxograma de ações de um PCA para edificações existentes

6. APRESENTAÇÃO DE CASOS PRÁTICOS

Neste capítulo, serão apresentados casos práticos desenvolvidos para diferentes tipologias onde foram aplicadas as diretrizes básicas propostas neste estudo. Serão discutidos os seguintes casos práticos:

- Edifício de escritórios;
- Indústria de laticínios;
- Aeroportos.

Os casos práticos apresentados serão detalhados de forma a possibilitar uma análise crítica das etapas de implantação propostas neste trabalho, como forma de discussão das dificuldades e futuras necessidades de pesquisa.

Cabe ressaltar que todos os casos práticos apresentados consideram em sua análise financeira para o cálculo do período de retorno uma taxa de juros $i=0\%$.

6.1. Edifício de Escritórios

O estudo de caso apresentado foi desenvolvido para um edifício de escritórios em fase de concepção. Por solicitação de uma empresa de Engenharia, como foco na Construção Civil, atuante na cidade de São Paulo, foi desenvolvido um Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica para análise da viabilidade da execução de um edifício concebido sob a ótica da Conservação de Água.

Os itens que se seguem, detalham o estudo elaborado para tal edificação. Ressalta-se que todos os valores apresentados neste estudo possuem como base o mês de maio de 2002.

6.1.1. Metodologia Aplicada

O trabalho teve início com a caracterização do empreendimento para que se tornasse conhecido o uso da água no edifício. Foram cadastrados os pontos de consumo de água, identificadas atividades consumidoras de água e identificados os tipos de usuários.

A caracterização do edifício foi realizada utilizando-se o Programa de Necessidades Hidráulicas (ANEXO 4), o Projeto Legal, o Projeto de Arquitetura, o Projeto do Sistema de Condicionamento de Ar e contatos realizados diretamente com os projetistas de interesse.

6.1.1.1. Análise da Demanda de Água

A partir da caracterização do empreendimento, estimou-se o consumo de água necessário para cada atividade ou setor, na condição convencional de utilização. Foram também determinados os graus de qualidade da água necessários para cada tipo de uso.

6.1.1.2. Análise da Oferta de Água

Considerando-se o elevado grau de qualidade da água fornecida pela concessionária local, superior ao necessário para diversas atividades da rotina de um edifício de escritórios, esta etapa analisou as alternativas existentes para abastecimento do edifício por fontes alternativas como poços artesianos, aproveitamento de águas pluviais e reúso de efluentes.

Procedeu-se à estimativa dos possíveis volumes fornecidos por essas fontes alternativas de água, bem como da qualidade e tratamentos requeridos para utilização em atividades específicas do edifício.

6.1.1.3. Cenários Possíveis

Com a análise das informações obtidas, calculadas e/ou estimadas, foram elaboradas configurações possíveis para a utilização da água no edifício. As alternativas propostas foram analisadas juntamente com a construtora e incorporadora para que, conjuntamente, fosse definido o PCA a ser implementado.

6.1.2. Caracterização do Empreendimento

A etapa de caracterização do empreendimento tem fundamental importância no desenvolvimento de um Programa de Conservação de Água, uma vez que é através dela que se determina o “funcionamento” do edifício no que se refere ao uso da água.

Todas as estimativas e cálculos utilizados no estudo de viabilidade baseiam-se nas informações obtidas nesta etapa. Para a adequada caracterização do edifício foram utilizadas diversas fontes de informação, uma vez que alguns valores podem variar (população, por exemplo), ao serem estimados por cada projetista de acordo com as necessidades de seu projeto específico.

A caracterização da edificação foi iniciada através do preenchimento, pela construtora, do Programa de Necessidades Hidráulicas do edifício (Anexo 4), que forneceu um panorama geral do funcionamento do edifício, uso da água e os contatos com os demais projetistas envolvidos.

Em seguida, foi realizada a análise dos Projetos de Arquitetura e Legal do edifício, em que foram identificados pontos de consumo e atividades consumidoras de água, sendo calculadas as áreas de interesse para o PCA.

Foram então contatados os projetistas cujos projetos abrangem atividades consumidoras de água para verificação de quantidade e qualidade da água necessária para os vários pontos de consumo.

Foram acessados e também analisados, todos os projetos até então disponibilizados.

6.1.2.1. Descrição do Empreendimento

O edifício possui como uso principal, salas de escritórios, contando com ampla infraestrutura de apoio aos usuários.

Constituído de 4 subsolos destinados a estacionamento e ambientes de infra-estrutura, edificação complementar também para garagem, pavimento térreo com auditório e bar/café, 33 pavimentos destinados a conjuntos de escritórios, 1 pavimento com restaurante e academia para atividades físicas, cobertura com restaurante e piscina.

O edifício prevê a existência de refeitório de funcionários no 2º subsolo, “Delivery” no 1º subsolo, Café no Pavimento Térreo (próximo ao Auditório), Restaurante no 19º pavimento, Lanchonete na Academia (mezanino do 19º pavimento) e Restaurante no 36º pavimento, todos estes, ambientes consumidores de água e que deverão ser analisados separadamente. A Academia do 19º pavimento conta com vestiário masculino e vestiário feminino.

6.1.2.2. Funcionamento do Edifício

Conforme o Programa de Necessidades Hidráulicas, o horário de funcionamento previsto para o edifício é de Segunda a Sexta, das 8:00h às 20:00h, à exceção de alguns setores específicos: salas técnicas do 1º subsolo, Restaurante do 19º pavimento, recepção da Academia no 19º pavimento, Academia no mezanino do 19º pavimento e Bar do 36º pavimento deverão funcionar em horário diferenciado, alguns deles com possibilidade de funcionamento 24 horas por dia.

Todos os pavimentos (exceto 19º e mezanino do 19º) possuem condicionamento de ar através de um sistema central utilizando água gelada com condensação a água, cuja disponibilização deverá acompanhar o horário de funcionamento do edifício. As torres de resfriamento do sistema estão instaladas no pavimento térreo. Para os setores/ambientes com horário de funcionamento diverso foi previsto um sistema auxiliar para operação fora do horário padrão do edifício. As torres de resfriamento do sistema auxiliar localizam-se no 36º pavimento.

O restaurante deverá funcionar exclusivamente no horário do almoço (das 12:00h às 15:00h), recebendo aproximadamente 150 pessoas por dia e preparando algo em torno de 300 refeições por dia, conforme o Programa de Necessidades Hidráulicas. Segundo dados obtidos da projetista responsável pelas áreas de restaurantes e refeitórios, o restaurante funcionará também para café da manhã e almoço.

Para a academia, segundo a projetista responsável, estimou-se que o funcionamento poderá se dar em 3 diferentes horários prováveis, das 6:00h às 9:00h, das 11:00h às 14:00h e das 17:00h às 22:00h. A princípio a Academia será de uso exclusivo dos usuários do edifício.

6.1.2.3. População Estimada

A população estimada para o edifício varia bastante, tendo sido calculada de diversas maneiras, de acordo com as necessidades e critérios de cada projetista.

- De acordo com a informação fornecida no Programa de Necessidades Hidráulicas, o edifício contará com uma população fixa entre 1.430 e 1.788 usuários, mais 400 pessoas de população variável. Estes valores consideram a ocupação de 9 pessoas/m² e 22.000 m² de área privativa.
- O Projeto de Arquitetura calcula a população do edifício em 3.255 pessoas, distribuídas;
- O Projeto dos Sistemas Prediais Hidráulicos estima a população em 4.160 pessoas;
- A proposta da empresa responsável pela área de restaurantes considera para a conceituação das áreas de alimentos e bebidas do edifício uma população de 1.600 pessoas. Para essa população serão disponibilizados vários pontos de alimentos/bebidas, estimando-se as seguintes quantidades de atendimentos diários apresentada na Tabela 6.1 abaixo.

Tabela 6.1: Quantidade de Refeições Servidas

Pavimento	Ambiente	Café da Manhã	Almoço	Jantar	Total
1º e 2º subsolos	Refeitório	50	150	30	230
1º e 2º subsolos	“Delivery”	150	250	50	450
Térreo	Café	150	400	0	550
19º Pavimento	Restaurante	250	500	250	1000
Mezanino 19º	Lanchonete Academia	50	150	50	250
36º Pavimento	Bar e Restaurante	20	50	20	90
					2.570

- A empresa de projetos responsável pelo projeto da Academia de ginástica estimou para o edifício uma população em torno de 3.000 pessoas, 20% delas provavelmente inscritas na Academia, totalizando prováveis 600 usuários. Considera ainda uma frequência em dias alternados, obtendo 300 usuários/dia, com uma distribuição provável de 25% no período da manhã (25 alunos/hora), 25% no período do almoço (25 alunos/hora) e 50% no período da noite (30 alunos/hora). O tempo médio de permanência considerado é de 1,5 horas/aluno. A princípio, a Academia não deve receber pessoas externas ao edifício. Estimou-se ainda um total de no máximo 7 funcionários/período (1 na recepção, 1 em cada vestiário, 1 para limpeza e no máximo 3 professores).

Para o desenvolvimento do PCA, este estudo considerou-se a seguinte população:

- Escritórios: entre 1.900 e 2.700 pessoas (ANEXO 5);
- Funcionários: estimados 150 funcionários.

6.1.3. Caracterização do Uso da Água

A análise da rotina de funcionamento do edifício mostra que a principal utilização da água se dá no consumo humano e no sistema de condicionamento de ar.

A água de consumo humano é toda aquela associada às atividades humanas. Para o edifício considera-se água de consumo humano a água utilizada para:

- Banheiros;
- Vestiários, e;
- Cozinhas.

O sistema de condicionamento de ar utiliza água em quantidade significativa nas torres de resfriamento.

As demais atividades que utilizam água (irrigação de jardins e lavagem de pisos, por exemplo) não contribuem de forma significativa para o consumo total de água do edifício, como será adiante demonstrado. Por este motivo não serão consideradas no desenvolvimento deste estudo de viabilidade.

6.1.4. Análise da Demanda de Água

Os itens que se seguem apresentam o detalhamento da avaliação de demanda realizada para a estimativa de consumo de água.

6.1.4.1. Consumo da População

Para a faixa de população estimada, o consumo de água do edifício estará em torno de 100 a 140 m³/dia, aproximadamente de 2.200 m³/mês a 3.200 m³/mês. Este consumo considera a população calculada para a área de carpete acrescida dos funcionários estimados (ANEXO 5) e um consumo per capita de 50l/pessoa.dia.

6.1.4.2. Sistema de Condicionamento de Ar

De acordo com as informações fornecidas pela empresa responsável pelo projeto do sistema de ar condicionado, as torres de resfriamento localizadas no pavimento térreo terão um consumo diário médio de $75 \text{ m}^3/\text{dia}$ e a localizada no 36º pavimento $25 \text{ m}^3/\text{dia}$ (sistema auxiliar). As características requeridas para a água a ser utilizada pelo sistema são apresentadas na Tabela 6.2.

Tabela 6.2: Características da Água de Alimentação das Torres de Resfriamento

PH	6,5 a 7,5
Dureza total (CaCo_3)	40 ppm
Alcalinidade total (CaCo_3)	50 ppm
Sólidos totais dissolvidos (NaCe)	400 ppm
Cor	Límpida
Turbidez	4 a 6 J. F. U.

6.1.4.3. Academia

Foi considerada uma ocupação de até 50 alunos simultâneos a cada 1,5 hora de funcionamento da Academia e de 7 funcionários por período. Estimou-se um consumo de água diário de 60 litros/aluno (pois há uso de chuveiros) e 30 litros/funcionário. Desta forma, a academia contribuirá com aproximadamente $400 \text{ m}^3/\text{mês}$ para o consumo total do edifício.

As informações que detalharam os usos e horários da academia foram fornecidas pela empresa responsável pela realização dos projetos específicos da academia.

6.1.4.4. Restaurantes

Para uma cozinha convencional moderna, recém-construída, adota-se um consumo de água em torno de 25 litros por refeição preparada. No caso desta edificação, pelas características do cardápio a ser oferecido aos usuários, estimou-se um consumo de água de 12,5 litros por refeição preparada e de 6,25 litros por lanche preparado, obtendo-se o total de aproximadamente 500 m³/mês de consumo de água.

As informações que detalharam o tipo de cardápio foram fornecidas pela empresa responsável pela realização dos projetos específicos das áreas de refeição do edifício.

6.1.4.5. Irrigação

O Projeto de Paisagismo da edificação, ainda em etapa de concepção, não pode ser utilizado na elaboração deste estudo.

No entanto, como existem áreas verdes previstas em projeto, foi considerado que os 1.700 m² de área de jardins do Projeto de Arquitetura, entre o pavimento térreo e as floreiras dos andares deverão consumir 1,5 litros/s.há (dado obtido da empresa responsável pelo projeto específico de paisagismo), obtendo-se aproximadamente 5 m³/mês para irrigação. No entanto esta estimativa é conservadora e deve-se atentar que o consumo real estará relacionado ao tipo de vegetação a ser utilizada, sistema de rega a ser concebido e capacitação dos funcionários envolvidos nesta atividade.

6.1.4.6. Lavagem de Pisos

Considerando que a lavagem de pisos de garagem ocorra pelo menos uma vez ao mês, estima-se um consumo de água de $1,5 \text{ m}^3/\text{mês}$ para esta atividade.

6.1.4.7. Produto da Avaliação da Demanda de Água

O consumo de água mensal estimado para a edificação foi obtido através da somatória do consumo necessário para realização de todas as atividades conforme tabela 6.3 a seguir.

Tabela 6.3: Distribuição do Consumo de Água ($\text{m}^3/\text{mês}$)

Atividades Consumidoras	Consumo máximo ($\text{m}^3/\text{mês}$)	Consumo mínimo ($\text{m}^3/\text{mês}$)
População	3200	2200
Ar condicionado	2200	2200
Academia	400	400
Restaurante	500	500
Irrigação	5	5
Lavagem de pisos	1,5	1,5
Total	5.300	6.300

Verifica-se que o consumo mensal encontra-se entre 5.300 m^3 e 6.300 m^3 . Estes valores foram obtidos com base em estimativas que muitas vezes podem ser consideradas conservadoras. No entanto, tais consumos aproximam-se muito do valor real a ser consumido mensalmente quando da ocupação total da edificação em estudo.

Observa-se, nas figuras 6.1 e 6.2 que os grandes consumidores de água da edificação em estudo são as torres de resfriamento do sistema de condicionamento de ar e a população do edifício (sanitários, fundamentalmente).

Figura 6.1: Distribuição do consumo de água mensal pelas atividades consumidoras (consumo mínimo).

Figura 6.2: Distribuição do consumo de água mensal pelas atividades consumidoras (consumo máximo).

6.1.5. Análise da Oferta de Água

No caso da edificação em estudo foram analisadas quatro alternativas para o fornecimento de água às principais atividades consumidoras: Concessionária local, Poço Artesiano, Águas Pluviais e Reúso de efluentes. Os itens a seguir detalham a análise realizada.

6.1.5.1. Concessionária Local - Sabesp

Uma das grandes preocupações da concessionária é com a qualidade da água que fornece. Além disto, a mesma deve garantir o fornecimento quase contínuo, uma vez que a edificação não se encontra em local de planos de rodízio ou que costume sofrer interrupções freqüentes no fornecimento. O sistema de reserva de água do edifício garante, ainda, o seu pleno funcionamento mesmo no caso de eventual interrupção.

Desta forma, a concessionária local é uma boa alternativa para abastecimento de tal edificação, pois é responsável pela gestão da qualidade e quantidade fornecida.

No entanto, associado a tal fornecimento deve-se ter uma tarifa de água e esgoto que neste caso é de R\$ 11,67/m³, já incluindo água e esgoto.

6.1.5.2. Águas Subterrâneas

Foi realizada uma pesquisa junto aos edifícios localizados ao redor, bem como, contato com empresas de perfuração de poços para análise do subsolo e possibilidade de exploração e capacidade de produção. Em hipótese conservadora, estima-se poder retirar do subsolo aproximadamente 6 m³/hora.

Após escavação de poço, deverá ser coletada amostra da água para análise, para especificação das características físico-química e bacteriológica da água. A partir destes dados é que será possível afirmar as possibilidades de uso de tal fonte, necessidades de tratamentos específicos, custos operacionais, entre outros.

O poço deverá ser cadastrado junto ao CREA, e devidamente hidrometrado para cobrança por parte da concessionária local dos efluentes gerados. Deverá ainda possuir uma outorga de uso adquirida junto ao DAEE.

6.1.5.3. Águas Pluviais

Uma das possíveis alternativas para abastecimento de água desta edificação são as águas pluviais. Para tal, foram realizadas diversas simulações de possibilidades de captação e reserva em função de séries de dados pluviométricos médios mensais de Posto Pluviométrico da Cetesb localizado no aeroporto de Congonhas. As hipóteses adotadas e os resultados obtidos estão apresentados no Anexo 6.

Neste caso em específico, pela “lei das piscininhas”, o edifício deverá reservar a água de chuva. Sendo assim, é altamente recomendável que a água reservada seja utilizada para finalidades específicas da rotina do edifício, porém para usos não potáveis. Foi considerado ainda que o edifício realize uma simples desinfecção para garantia da saúde dos funcionários que deverão estar em contato com tal fonte de água

6.1.5.4. Efluente Tratado

Para o edifício em estudo foram pesquisadas diversas alternativas de reúso. Optou-se por considerar-se o reúso do efluente gerado nos lavatórios para posterior abastecimento das bacias sanitárias. Para tal, foi introduzido um sistema de tratamento por osmose reversa.

Outra hipótese considerada foi a de se coletar todo efluente doméstico gerado pela edificação para tratamento in loco através de uma Estação Compacta de Tratamento de Efluentes.

6.1.6. Montagem dos Cenários

Entre as diversas combinações possíveis para suprimento das necessidades de consumo de água da edificação, foram selecionadas as que se seguem, apresentadas na forma de Cenários.

6.1.6.1. Cenário 1 – O Edifício Convencional

O Cenário 1 apresenta a previsão de consumo de água da edificação na condição convencional de projeto, ou seja, não sendo aplicado nenhum tipo de intervenção a favor da Conservação de Água.

Neste caso, considerando-se como consumo médio mensal de água 5.800 m³ e abastecimento pela concessionária local, o custo mensal estimado foi de R\$67.700,00.

6.1.6.2. Cenário 2

O Cenário 2 considera todo o consumo de água do edifício suprido pela concessionária local, porém com atuação na demanda de água através das seguintes intervenções:

- Especificação de equipamentos hidráulicos adequados ao uso;
- Dispositivos para controle e regulação de pressões/vazões;
- Individualização do Consumo de Água: implantação de sistema eletrônico de gerenciamento e supervisão do consumo de água.

Foram considerados três níveis gradativos de tecnologia para este cenário 2. O primeiro deles considera o uso de bacias sanitárias de 6 l com caixa acoplada, torneiras hidromecânicas e mictórios com válvulas hidromecânicas individuais.

No segundo nível de atuação, foram substituídas as caixas acopladas das bacias sanitárias por sensores de presença; uso de torneiras de lavatórios também com acionamento por sensores de presença, o mesmo para os mictórios.

No terceiro nível mantêm-se as mesmas ações do nível dois, porém substituem-se os mictórios convencionais por mictórios sem água.

A correta aplicação das intervenções somada à gestão do consumo de água do edifício ocupado, garantem um menor consumo de água para a realização das mesmas atividades consumidoras.

O consumo médio mensal de água da edificação deverá variar entre 4.000 m³ e 4.400 m³, obtendo-se uma redução de consumo de 25% a 30%, conforme as especificações adotadas.

Nesta condição, a conta da concessionária local deverá ser reduzida para algo entre R\$ 52.000,00 e R\$ 47.500,00.

O investimento estimado encontra-se entre R\$ 6,00/m² de carpete e R\$ 7,60/m² de carpete, com período de retorno estimado de 8 a 10 meses, considerando:

- A diferença de preço entre os equipamentos hidráulicos convencionais e os equipamentos economizadores especificados;
- O sistema para gerenciamento/supervisão da produção e consumo de água (hidrômetros eletrônicos, interface de comunicação para PC e software específico).

Após o Cenário 2, entende-se que o consumo da edificação está no limite de sua otimização no que diz respeito à inclusão de tecnologias.

6.1.6.3. Cenário 3

Este Cenário propõe que a água de chuva seja armazenada e utilizada para fins menos nobres. As simulações realizadas e apresentadas no Anexo 6 indicam uma reserva entre 50 m³ e 75 m³ como sendo interessante para a água de chuva nesta região, considerando sua aplicação para alimentação das bacias sanitárias ou das torres de resfriamento do ar condicionado no pavimento térreo.

Tanto numa quanto noutra utilização, o consumo de água da concessionária local deverá ser reduzido para aproximadamente $3.800 \text{ m}^3/\text{mês}$ (34% de economia em relação ao edifício convencional), gerando uma conta de água em torno de R\$ 44.500,00/mês.

O investimento estimado varia entre R\$ 9,48/ m^2 de carpete e R\$10,48/ m^2 de carpete com retorno em 9 meses e considerou:

- As intervenções do Cenário 2 no seu nível mais sofisticado de intervenção (ou seja inclusão dos mictórios sem água);
- Todos os investimentos para as intervenções necessárias para alimentação das bacias sanitárias com águas pluviais (segunda linha de alimentação, sistema de desinfecção, reservatório de aproveitamento de água de chuva, filtros, entre outros) ou para alimentação das torres de resfriamento do térreo (sistema de alimentação, sistema de desinfecção, reservatório de água de chuva, sistema de pressurização, entre outros).

6.1.6.4. Cenário 4

A quantidade disponível de águas pluviais não garante o suprimento de água diário necessário, ao longo de todo o ano, seja para as bacias sanitárias, seja para as torres de resfriamento do térreo.

Desta forma, o Cenário 4 propõe que, além das intervenções até aqui descritas, seja também perfurado um poço artesiano para retirada de até $3 \text{ m}^3/\text{h}$ durante 10 horas/dia, volume este que irá garantir a diferença necessária para o suprimento das bacias sanitárias do edifício, não sendo consumida água da concessionária local para esta finalidade.

Neste cenário, o consumo previsto de água da concessionária é de aproximadamente 3.200 m³/mês, significando uma economia de 43% e reduzindo a conta mensal de água para R\$ 38.500,00.

Estimou-se para tal cenário um investimento de R\$ 11,89/ m² de carpete com retorno esperado em 8 meses. Foi considerado neste valor de investimento necessário:

- As intervenções do Cenário 3 para alimentação de bacias sanitárias;
- Os custos necessários para perfuração do poço artesiano.

6.1.6.5. Cenário 5

As pesquisas realizadas na região mostraram que a capacidade de fornecimento de água do lençol freático está bastante acima da necessidade de suprimento das bacias sanitárias da edificação.

O Cenário 5 propõe que seja utilizada água de chuva e água de poço artesiano para o abastecimento total das bacias sanitárias e das torres de resfriamento do sistema de ar condicionado (do pavimento térreo e da cobertura).

Para tanto foi previsto um sistema de tratamento de água para que seja garantida a água na qualidade necessária para o bom funcionamento das torres de resfriamento. É necessária também a retirada de aproximadamente 10m³/h, durante 10h/dia, do poço artesiano.

Entre os vários sistemas pesquisados, disponíveis no mercado brasileiro, optou-se pela indicação do Sistema de Osmose Reversa, por ser o sistema com a melhor relação custo x benefício.

Neste Cenário, portanto, os investimentos necessários são basicamente devido ao reservatório de água de chuva (utilizada sempre que disponível), poço artesiano e o sistema de tratamento por osmose reversa.

A água resultante da osmose será utilizada para as torres de resfriamento (térreo e cobertura) e o concentrado, resultante do tratamento, utilizado para alimentação das bacias sanitárias, se possível.

Nesta configuração, o consumo de água da concessionária deve ser reduzido para 1200 m³/mês, gerando economia de 53% e uma conta de R\$ 31.500,00.

O investimento estimado foi de R\$ 17,50/ m² de carpete com retorno esperado em 10 meses e considerou:

- As intervenções do Cenário 3 para alimentação de bacias sanitárias;
- Os custos necessários para perfuração do poço artesiano;
 - O sistema de tratamento de água por osmose reversa.

6.1.6.6. Cenário 6

Este Cenário considera a máxima utilização possível do Sistema de Tratamento de Água por Osmose Reversa especificado no Cenário 5.

Para tanto, foi proposto que os efluentes resultantes dos lavatórios fossem coletados e conduzidos ao sistema de osmose reversa.

Neste Cenário, o volume de água a ser produzido pelo Poço Artesiano diminui para até $6\text{m}^3/\text{h}$, 10 h/dia, o que torna o sistema hidráulico menos dependente da água do poço do que no cenário anterior.

O consumo de água da concessionária será de $2.100\text{ m}^3/\text{mês}$, com economia de 54% e uma conta de água em torno de R\$ 31.100,00/mês. O investimento estimado é de R\$ 19,62/m² de carpete, considerando:

- Os investimentos estimados no Cenário 5;
- Os investimentos necessários para coletar os efluentes resultantes do uso dos lavatórios.

O retorno é esperado em 11 meses.

6.1.6.7. Cenário 7

Este Cenário considera que todo o consumo de água do edifício seja suprido pelas águas pluviais em conjunto com poço artesiano: não há consumo da concessionária local. A ligação de água é solicitada à Concessionária, porém para utilização apenas em eventuais momentos específicos de manutenção preventiva ou corretiva dos sistemas.

Para tanto, é necessário que o Poço Artesiano garanta uma produção de água em torno de $15\text{m}^3/\text{h}$, 10h/dia, o que pode ser obtido tanto com uma perfuração mais profunda quanto com a perfuração de dois poços.

Neste Cenário, o consumo de água da concessionária é praticamente nulo sendo que apenas terá como despesa mensal junto à concessionária o valor relativo ao esgoto (calculado pela leitura do hidrômetro na saída do poço), em torno de R\$ 23.700,00/mês.

Estima-se um investimento necessário em torno de R\$ 19,50/m² de carpete, com retorno em 9 meses.

6.1.6.8. Cenário 8

O Cenário 8 considera que a edificação em estudo seja independente da concessionária local. Para tal, considera-se que o suprimento de todas as atividades seja realizado pelo poço artesiano somado a uma estação de tratamento de efluentes compacta.

O poço artesiano necessita fornecer aproximadamente 8 m³/h, 10h/dia, pois parte do consumo será suprido pelo esgoto tratado proveniente da ETE.

Neste Cenário, o consumo de água da concessionária é nulo e a conta de água e esgoto também praticamente nula.

O investimento estimado é de R\$ 31,57/m² de carpete, com retorno esperado em 10 meses.

6.1.6.9. Resumo dos Cenários Propostos

A Tabela 6.4 apresenta um resumo dos resultados da implantação de cada cenário descrito:

Tabela 6.4: Resumo dos cenários

Cenário	Consumo Concessionária (m ³ /mês)	Conta Sabesp (R\$/mês)	Investimento (R\$/m ²) ⁽¹⁾	Redução do consumo	Retorno (meses)
1	5.800	67.700,00	-	-	-
2.1(2)	4.400	52.000,00	5,97	23%	10
2.2 (3)	4.300	50.400,00	7,58	26%	9
2.3 (4)	4.100	47.500,00	7,63	30%	8
3.1(5)	3.800	44.600,00	10,48	34%	9
3.2 (6)	3.800	44.500,00	9,48	34,5%	9
4 (7)	3.200	38.500,00	11,89	43%	8
5 (8)	1.200	31.500,00	17,50	53%	10
6 (9)	2.100	31.100,00	19,62	54%	11
7 (10)	0	23.700,00	19,50	65%	9
8 (11)	0	0,00	31,57	100%	10

Observações:

- (1) R\$/m² – considerando m² de carpete;
- (2) Com equipamentos hidromecânicos;
- (3) Com equipamentos eletrônicos;
- (4) Com mictórios que não utilizam água;
- (5) Águas Pluviais para alimentação de Bacias Sanitárias (reserva de 50 m³);
- (6) Águas Pluviais para alimentação das Torres de Resfriamento do térreo (reserva de 75m³);
- (7) Águas Pluviais para alimentação de Bacias Sanitárias (reserva de 50 m³), complementadas por Poço Artesiano (3 m³/h, 10h/dia);
- (8) Águas Pluviais para alimentação de Bacias Sanitárias e Torres de Resfriamento do térreo e da cobertura (reserva de 75 m³), complementadas por Poço Artesiano (10 m³/h, 10h/dia);
- (9) Águas Pluviais para alimentação de Bacias Sanitárias e Torres de Resfriamento do térreo e da cobertura (reserva de 75 m³), complementadas por Poço Artesiano (6 m³/h, 10h/dia) e por Efluentes dos Lavatórios tratados pelo sistema de osmose;
- (10) Águas Pluviais (reserva de 75 m³) complementadas por Poço Artesiano (15 m³/h, 10h/dia) para abastecimento total do edifício;
- (11) Águas Pluviais (reserva de 75 m³) complementadas por Poço Artesiano (8 m³/h, 10h/dia) com Estação de Tratamento de Esgoto Compacta, para abastecimento total do edifício, re-uso de efluentes e praticamente sem contribuição para o sistema público de esgotamento de efluentes.

6.1.7. Discussão do estudo de viabilidade técnica e econômica

Como já citado anteriormente, o PCA ótimo varia de acordo com as necessidades do interlocutor, neste caso a incorporadora de tal empreendimento. Na composição dos cenários desenvolvidos, foram considerados acréscimos de tecnologias, de forma gradativa e cumulativa, iniciando-se com atuação na demanda de água, com posterior atuação na oferta. Para cada cenário, foram avaliados os impactos gerados no consumo de água, investimentos necessários e período de retorno associado a cada ação.

Cabe ressaltar que o usuário final tem o benefício da redução do consumo de água, revertendo-se numa redução da taxa condominial. A incorporadora tem o benefício financeiro devido a uma agregação superior de valor de seu produto.

Porém, o objetivo da incorporadora em implantar um PCA não é o da economia de água, mas sim o de agregar valor ao imóvel, tornando-o sustentável na gestão de insumos. Isto poderia representar um diferencial que tornaria a mesma mais competitiva perante o segmento de construção civil.

No entanto, em vista da situação econômica atual, tais ações só se concretizam na prática se puderem gerar aumento significativo da receita de tal forma a viabilizar os investimentos iniciais necessários.

Foi então discutido junto à construtora envolvida qual seria o valor ideal a ser agregado ao imóvel o qual, o usuário final estaria disposto a pagar.

Sob a ótica do usuário final, o melhor cenário seria aquele que gerasse a maior economia de água implicando em menores custos de condomínio. No entanto, tal cenário implicaria em grandes investimentos, o que além de inviabilizar a compra pelo usuário final, ainda se mostrou inviável pelos investimentos necessários.

Desta forma, para a edificação em estudo, mostraram-se mais apropriados os cenários 3 e 4, devido à economia de água alcançada quando comparada ao acréscimo de valor em R\$ a ser agregado ao m² (julgado pela incorporadora aceitável para o atual mercado), além do período de retorno de tal implantação ser muito atrativo.

Além disto, é importante que o cenário eleito contemple a implantação de ações que possuam uma gestão viável, ou seja, ações que não causem custos excessivos de manutenção e operação e as quais possam ser conduzidas de acordo com as ferramentas de gestão implementadas, bem como recursos humanos disponíveis.

Isto pode ser exemplificado se avaliarmos o cenário 8. A proposta de implementar-se uma estação compacta de esgotos é viável tecnicamente, porém realizar a gestão de um edifício com tal tecnologia implica em mão de obra especializada, custos elevados operacionais e um sistema de gestão eficiente que garanta a total segurança dos usuários expostos a tal fonte de água. Além disto, a geração de lodos é inevitável e a rotina de retirada causaria transtornos à edificação, além dos custos envolvidos.

A edificação atualmente em fase final de execução não implantou nenhum dos PCAs concebidos, pois a incorporadora do empreendimento não conseguiu compatibilizar os investimentos necessários versus benefícios a serem obtidos, ou seja, não conseguiu efetivamente os benefícios advindos da implantação.

É importante dizer que para que o usuário final agregasse valor diferencial ao m² de tal imóvel, seria importante que fosse feita uma comunicação consistente nas vendas de tal forma a informar o usuário do grande benefício a ser obtido quando da aquisição do mesmo. No entanto, atualmente, muitas vezes as vendas são realizadas por profissionais do segmento imobiliário ou empresas especializadas que não possuem material apropriado ou pessoal capacitado, não agregando valor ou diferencial ao imóvel.

O mercado atual mostra que o usuário final preocupa-se com questões de economia dos principais insumos, além de preocupar-se também com a gestão dos insumos, custos de manutenção envolvidos, entre outros. Além disto, a temática ambiental a cada dia passa a ter maior destaque na vida de cada cidadão (principalmente nos grandes centros urbanos) que valoriza tais iniciativas, pois as mesmas, repercutem de forma direta numa melhor qualidade de vida.

Através deste estudo de caso fica evidenciada a necessidade de se viabilizar ações de Conservação de Água econômica e tecnicamente. Porém, apesar de muito debatida a questão da Conservação de Água por todos os segmentos, ainda hoje temos grande dificuldade em viabilizar as implantações por falta de recursos financeiros.

Neste caso particular, apesar da grande motivação da construtora, não foi possível consolidar o estudo desenvolvido porque segundo esta, o usuário final não se sensibilizaria suficientemente a ponto de também investir mais em um imóvel diferenciado ou em caso contrário, muitas vezes o mesmo é sensibilizado, porém não possui poder aquisitivo para tal diferencial.

Ressalta-se que não houve um limitante técnico, porém falta ainda uma maior consciência da questão ambiental, da responsabilidade de cada um perante a preservação dos recursos naturais, incentivos financeiros para tais iniciativas e a própria melhoria da

situação econômica do país, gerando um maior poder aquisitivo da população, permitindo tal aquisição.

6.2. Indústria de alimentos

A data base de referência deste estudo a ser considerada nos valores apresentados a seguir é de agosto de 2003.

6.2.1. Metodologia Aplicada

Este trabalho foi desenvolvido para aquisição e avaliação de dados relativos às condições de utilização da água e geração de efluentes em uma usina de Beneficiamento de Leite localizada no Estado de Goiás, entendida como uma primeira fase do desenvolvimento do Programa de Conservação de Água (PCA).

O objetivo de implantar-se um PCA nesta indústria era o de reduzir o consumo doméstico e industrial da planta, com manutenção ou melhoria da qualidade dos processos e procedimentos utilizados. Como consequência direta haveria diminuição do volume de água a ser captado e tratado, bem como do volume de efluentes gerados e consumo de energia elétrica, entre outros.

Além disto, um real problema enfrentado por tal indústria era que a Estação de Tratamento de efluentes existentes estava se mostrando ineficiente, sendo que a engenharia da indústria estava sendo questionada quanto à necessidade de duplicação da mesma. Por motivação da gerência de meio ambiente, incentivada pela possibilidade de reduzir o consumo de água, minimizando a geração de efluentes, reduzindo assim os impactos ambientais ocasionados é que se viabilizou a realização de tal estudo.

6.2.2. Caracterização da Indústria

O trabalho foi iniciado procedendo-se à caracterização da planta industrial. Foram analisados os documentos e informações disponibilizadas que subsidiaram a elaboração de planilhas específicas para o levantamento de campo.

Numa segunda fase foi realizada uma visita técnica para mapeamento do uso da água e levantamento das informações necessárias ao desenvolvimento do Estudo de viabilidade técnica e econômica onde foram realizados:

- O cadastramento dos pontos de consumo de água da fábrica;
- Registro dos pontos de consumo com perdas físicas visíveis;
- Identificação do sistema de abastecimento, utilização e esgotamento da água da fábrica, de acordo com cada tipo de utilização;
- Identificação dos processos que utilizam água para caracterização da qualidade necessária para cada processo;
- Estimativa dos consumos atuais médios dos processos que utilizam água.

6.2.3. Descrição da indústria

A Usina de Beneficiamento de Leite possui aproximados 21.000 m² e área de implantação de 61.000 m², conforme Projeto para Ampliação, de 20/12/00.

A indústria possui alimentação de água proveniente de uma ETA que recalca 85 m³/h além de 5 poços artesianos que totalizam 36 m³/h. Essa vazão de água é encaminhada para um reservatório de 1000 m³ que está interligado a outro reservatório de 210 m³ que realiza a distribuição para os diversos setores.

A planta é composta por uma área antiga, com áreas de produção de bebida láctea e torres de secagem de leite em pó, dentre outros. Há também uma área nova com o setor de recebimento e preparo de produtos como leite UHT, leite pasteurizado, cremes, bebida láctea, leite em pó, envase e empacotamento. Todos os setores da planta são conectados ao sistema de resfriamento de água industrial e gelada, composto fundamentalmente por condensadores e torres de resfriamento.

6.2.3.1. Funcionamento da Indústria

A quantidade produzida de cada item varia basicamente de acordo com os períodos de safra e entre-safra.

A unidade apresenta um corpo operacional de 360 funcionários distribuídos em 3 turnos de operação. Alguns setores podem operar 24 horas, de Domingo a Segunda, conforme as necessidades apresentadas.

6.2.3.2. Caracterização do Uso da Água

O uso da água na indústria de laticínios distribui-se entre as seguintes atividades:

- Consumo humano: sanitários, vestiários e cozinha;
- Processo de limpeza de tubulações e tanques (“CIP – *Cleaning in process*”);
- Insumo para produção;
- Lavagem de pisos e caminhos;
- Resfriamento de motores e equipamentos de produção;
- Reposição em torres de resfriamento e condensadores;
- Caldeiras.

Para facilitar o mapeamento do uso da água, a fábrica foi dividida em 22 setores:

Tabela 6.5: Setores da Planta Industrial.

A	Preparo e Produção	L	Mistura de Bebida Láctea 2
B	Envasamento	M	Armazenamento e CIP de Bebida Láctea
C	Empacotamento	N	Concentração de Leite da Torre de Secagem A
D	Armazenamento e Estocagem	O	Técnico
E	Preparo de Bebida Láctea	P	Caldeira
F	Laboratório e Sanitários	Q	Almoxarifado/Manutenção/Depósito de Pó 2
G	Recebimento de Leite	R	Depósito de Matéria Prima / Depósito de Pó / Áreas Desativadas / Empacotamento de Leite em Pó da Torre A
H	Prédio Novo	S	Torre de Secagem A
I	Cozinha Antiga	T	Depósito de Embalagens, Amostras e Laboratório antigo
J	Prédio Administrativo	U	Caldeiras
K	Quebra de Produtos	V	Entrada da Fábrica

O Setor A, por contemplar diversas atividades, foi ainda dividido e 8 subsetores, conforme apresentados na Tabela 6.6 abaixo.

Tabela 6.6: Sub-setores do Setor A

1	Balões de creme	5	Esterilizadores
2	Tanques do CIP	6	Concentrador de leite da torre de secagem B
3	Pasteurizadores	7	Concentrador de leite da torre de secagem C
4	“Catelli” e Homogeneizador	8	Silos de estocagem de leite

6.2.3.3. Macro Fluxos de Água

A figura 6.3 apresenta o macro fluxo de água da indústria de laticínios, mostrando o desde a captação até a disposição final de efluentes domésticos e industriais.

Os micros fluxos de água nas plantas industriais antiga e nova são apresentados na seqüência de figuras abaixo.

Figura 6.5: Micro fluxo de água na planta antiga setores K, L,M e N.

Figura 6.6: Micro fluxo de água na planta antiga setores H, I e J.

Figura 6.7: Micro fluxo de água na planta nova
(Setores A, B, C, D), (Setores E, F, G) e Torres de Resfriamento

Figura 6.8: Micro fluxo de água na planta nova
(Setores A, B, C, D).

Setor 1: Balões de creme; Setor 2: Tanques de CIP; Setor 3: Pasteurizadores;
Setor 4: Catelli; Setor 5: Esterilizadores; Setor 6: Concentrador B;
Setor 7: Concentrador C; Setor 8: Silos

Figura 6.9: Micro fluxo de água na planta nova - Setor A

Setor E: Preparo de bebida láctea; Setor F: Laboratório e sanitários; Setor G: Recebimento de leite

Figura 6.10: Micro fluxo de água na planta nova – Setores E,F,G

6.2.4. Avaliação técnica

Com base no levantamento de campo realizado, foi possível diagnosticar uma série de usos inadequados da água em processos e sistemas, inadequação de equipamentos hidráulicos e componentes, perdas físicas visíveis e invisíveis, além de desperdício.

Abaixo será apresentado um resumo do diagnóstico desenvolvido.

6.2.4.1. Sistema de Resfriamento

Nesta indústria, o sistema de resfriamento de água gelada e água industrial é utilizado no processo e conservação de matéria prima. As torres do sistema de água industrial encontram-se entre a planta nova (setor A) e a planta antiga (setor T). As de água gelada encontram-se na planta antiga, ao lado do setor O.

Neste setor da planta identificou-se que não há qualquer tipo de controle ou monitoramento da quantidade de água consumida pelas torres. Porém, com base no levantamento de campo e dados coletados em campo junto aos operadores do sistema, estima-se um consumo para água de “make up” de 50 m³/h e das torres do sistema de água gelada de aproximadamente 5 m³/h.

O sistema de resfriamento de água industrial é composto por 6 Torres de Resfriamento e 12 Eletrobombas, agrupados entre si e que atendem aos processos industriais da planta.

De acordo com a auditoria realizada foram observados os seguintes problemas:

- Enchimento de Torres, que se encontram deterioradas;
- Falta de venezianas de tomada de ar em algumas torres;
- Inexistência de purga da água das bacias das Torres;
- Inexistência de limpeza das Torres;
- Falta de algumas eletrobombas, o que pode estar desbalanceando os sistemas;
- Eletrobombas assentadas diretamente nas bases, sem atenuadores de vibração;
- Vazamentos (de água) através dos selos mecânicos das eletrobombas;

- Aparentemente, não há uma política de manutenção corretiva nos equipamentos e/ou componentes;
- Aparentemente, não há uma política de manutenção preventiva do sistema;
- Não há informações de monitoração de funcionamento e/ou operação dos equipamentos e/ou sistema.

Estas incorreções provocam perdas de eficiência dos equipamentos, aumento das temperaturas da água industrial, aumento dos consumos operacionais do sistema (água e energia).

O elevado consumo de água se deve a várias formas de perdas:

- Perda por Evaporação;
- Perda por Purga;
- Perda por Reposição;
- Perda por Arraste;
- Perda por Gotejamento dos selos das EletroBombas;
- Outras não verificadas na visita técnica.

A perda de água causada somada à baixa eficiência provocada pela operação indevida dos sistemas e equipamentos implica em consumo de água estimado em cerca de 20% acima do necessário para a adequada operação do sistema, além das perdas comumente encontradas em sistemas similares, que montam em torno de 4 a 5 % do total.

Além disto, os problemas acima apontados implicam ainda em consumo de energia elétrica acima do necessário, além da ocorrência de desbalanceamentos no processo

produtivo da planta, devido a alterações dos pontos de operação ocasionadas pelas variações nas temperaturas da água de resfriamento.

O Sistema de água gelada é composto por 06 Compressores de NH₃, 02 Tanque de NH₃, 03 Torres de Condensação Evaporativa, 01 Resfriador de Água (Chiller), 02 Tanques de Evaporação de Refrigerante, 01 Tanque de água Gelada e 08 conjuntos de eletrobombas de água Gelada.

Foram verificadas graves ocorrências no sistema concernentes ao estado físico dos equipamentos, tais como:

- Falta de compressores de refrigerante;
- Equipamentos sem placas de identificação;
- Falta de limpeza dos equipamentos;
- Falta de eletrobombas, o que pode estar desbalanceando os sistemas;
- Eletrobombas assentadas diretamente nas bases (sem atenuadores de vibração);
- Vazamentos (de água) através dos selos mecânicos das eletrobombas;
- Falta de política permanente de manutenção corretiva nos equipamentos e/ou componentes;
- Falta de política permanente de manutenção preventiva dos sistemas e seus vários equipamentos e componentes;
- Falta de monitoração de funcionamento e/ou operação dos equipamentos e/ou sistema;
- Falta de monitoramento da qualidade da água que circula no sistema;
- Não há pontos de medição das condições de temperatura e pressão da água gelada;
- Tubulação de água gelada percorrendo o Pipe Rack por aproximadamente 10mm, sem isolamento térmico e exposta ao sol;
- Inexistência de válvulas de retenção na tubulação ocasionando transbordamento de água pelo tanque;
- Inexistência de isolamento térmico nos tanques de água gelada;
- Utilização de tampas de madeira nos tanques de água gelada.

Estas incorreções normalmente provocam perda de eficiência dos equipamentos, aumento das temperaturas da água gelada e por consequência aumento dos consumos operacionais do sistema (água e energia). O elevado consumo de água se deve, ainda, às perdas por vazamentos e por gotejamento no resfriamento dos rotores das bombas.

Verificou-se no levantamento de campo que não há sistema de amortecimento nas bombas e motores das torres de resfriamento. Apesar de cada bomba apresentar leito de concreto independente, deveria haver um sistema de amortecimento por molas sob o mesmo. A vibração destes conjuntos moto-bomba pode resultar na fadiga da tubulação e no afrouxamento dos flanges.

Não há procedimento de purga nas torres de resfriamento. A falta de purga acaba por comprometer a vida útil destas torres, uma vez o aumento da concentração de sais ocasiona a formação de depósitos que geram inscrustações e muitas vezes corrosão dos componentes do sistema, podendo chegar até a causar o seu colapso.

Em uma das torres verificou-se, ainda, que houve o deslocamento de um bloco de enchimento que caiu na bandeja. Dessa forma, esta torre passou a apresentar redução de desempenho, uma vez que uma parte da mesma deixou de ser operante.

As condições físico-químicas (ph, temperatura, etc) da água das torres e o layout do sistema propiciam a formação e proliferação de microorganismos e fungos. O ambiente no entorno das torres pode apresentar contaminação, pela dispersão destes microorganismos e fungos pelo ar e pelos respingos de água. A falta de venezianas contribui para esta dispersão. As torres encontram-se ao lado da entrada do Setor A (Produção), o que pode ainda colocar em risco a integridade dos produtos.

Figura 6.11: Interior da torre de resfriamento com placas danificadas (enchimento que caiu na bandeja).

Verificou-se que em algumas torres de resfriamento faltavam venezianas do respiro, conforme figura 6.12 abaixo. A falta destas venezianas implica em perda de água que acaba respingando para fora da torre, resultando em novas perdas.

Figura 6.12: Falta de venezianas em uma das torres de resfriamento.

Os condensadores do sistema de água gelada apresentam sérios problemas de manutenção. Aparentemente, não há qualquer manutenção sistemática ou limpeza externa dos mesmos.

Na visita realizada constatou-se a ocorrência de perdas físicas de água por vazamentos em tubulações em diversos pontos da fábrica, o que também ocorre nos condensadores de água gelada.

Outra forma de perda de água foi verificada no transbordamento da bandeja de uma das torres. Estima-se que esta perda seja elevada, uma vez que o escoamento se dá de forma contínua e aparentemente já há algum tempo, dada a formação de limo que se pode observar no caminho da água.

6.2.4.2. Perdas Visíveis e Invisíveis

O primeiro indício de ocorrência de perdas em sistemas prediais hidráulicos é o aumento dos valores de consumo de água sem uma causa justificada. No entanto, como a indústria não possuía nenhum sistema de medição do consumo de água, não foi possível realizar uma primeira análise com base em dados históricos de consumo.

Apesar da maioria das tubulações de água potável serem aparentes, justamente na área que contém a planta antiga existem trechos enterrados ou embutidos. Estas tubulações na maioria das vezes eram de aço galvanizado e de uma certa idade, ou seja, apresentam características propícias para o aparecimento de vazamentos. Pequenas perdas visíveis se manifestam através de gotejamento ou escoamento em filete. Apesar de pequenas, podem resultar em grandes volumes ao final de um mês.

Na tabela abaixo são apresentadas as vazões obtidas em ensaios laboratoriais, simulando vários tipos de vazamentos em torneiras.

Para o cálculo das perdas visíveis foram utilizados os valores médios de perda diária de água da tabela 6.7 apresentada a seguir.

Tabela 6.7: Tabela de perdas médias por tipo de vazamento

Vazamento	Frequência (gotas/min)	Perda diária (litros/dia)
Gotejamento lento	Até 40 gotas/min	06 a 10
Gotejamento médio	$40 < \text{no gotas/min} \leq 80$	10 a 20
Gotejamento rápido	$80 < \text{no gotas/min} \leq 120$	20 a 32
Gotejamento muito rápido	Impossível de contar	> 32
Filete $\phi \cong 2\text{mm}$	---	> 114
Filete $\phi \cong 4\text{mm}$	---	> 333

Fonte: OLIVEIRA (1999).

Foi verificada uma série de perdas visíveis no sistema hidráulico da unidade no decorrer do levantamento de campo, citados anteriormente, nos diversos setores.

Algumas delas foram medidas. Quando não era possível a coleta do efluente para medição, estes foram cadastrados para posterior correção.

Notou-se que alguns vazamentos se localizam principalmente nas juntas e hastes dos registros esfera. De maneira generalizada são utilizados registros esfera em torneiras de lavagem e comando de entrada de água em equipamentos, ou seja, este tipo de registro existe em grande quantidade na unidade. Alguns apresentam desgaste visualmente aparente, devido principalmente à sua idade.

Em outros pontos, ocorre o vazamento pelo comprometimento interno dos registros esfera. Dessa forma, há vazamento por passagem de água pelo interior do registro, uma vez que ele perde a capacidade de vedação. Isto ocorre por desgaste do registro.

Os registros esfera são utilizados como dispositivo de manobra para as mangueiras de lavagem de piso. Foi verificado um vazamento nestas condições na entrada da edificação do laboratório antigo (Setor R).

Os registros esfera também são utilizados em cubas de lavagem e lava-pés. Um vazamento foi quantificado na entrada do Setor A (Produção – Planta Nova). Este tipo de registro não é adequado para esta utilização, uma vez que não propicia o controle adequado aos operadores, resultando no desperdício de água por vazões superiores à necessária.

Nos setores antigos de produção que ainda estão ativos, como a preparação de bebida láctea 2, concentração de leite da torre de secagem A e a própria torre de secagem A, há motores com resfriamento de selo por água potável. Nestes setores que não apresentam automação, o acionamento do arrefecimento dos selos das bombas por água ocorre manualmente através de registros esfera. Desta forma, pode ocorrer dos registros ficarem abertos, mesmo se as mesmas não estiverem em operação, por displicência do operador.

Foi verificado que no setor de concentração de leite da torre A havia um registro esfera que estava deteriorado e que comandava simultaneamente o arrefecimento de 3 bombas. Este registro deixava a água passar livremente, mesmo estando fechado, novamente em função da deterioração por uso.

Um dos maiores problemas associados aos vazamentos é a pressão hidráulica. A pressão pode contribuir para as perdas de outras maneiras. Embora não seja muito freqüente a ocorrência de rupturas em sistemas hidráulicos prediais com tubulações novas, elas podem ocorrer em sistemas solicitados por valores de pressão iguais ou superiores a 400 Kpa e às vezes, por valores inferiores, dependendo da qualidade e condições dos componentes solicitados.

Este problema pode ser amenizado com a redução da pressão do sistema, através da instalação de válvulas redutoras de pressão, o que pode resultar na diminuição da frequência de ocorrência desses eventos que, também, dependem das condições internas da tubulação.

Setores como o de envasamento, onde existem equipamentos que possuem uma frequência de manutenção mais periódica e que necessitam de atenção mais acurada, também foram constatados vazamentos visíveis. Foi verificado o vazamento de uma mangueira para higienização manual e interna de uma máquina Tetra Pak.

As mangueiras de lavagem também são inadequadas para o uso. Em função da solicitação mecânica das mesmas podem ocorrer vazamentos conforme figura 6.13..

Figura 6.13: Vazamento de mangueira de lavagem no Setor A (Produção – Planta Nova).

Outra questão que deve ser abordada é a falta de periodicidade e de cuidado com a manutenção dos equipamentos industriais. Algumas juntas das tubulações de aço inox não são ajustadas, sendo que geralmente possuem diâmetros maiores que 2” e vazões elevadas. Foi verificado vazamento na tubulação de entrada do tanque de CIP do setor de bebida láctea 2 e na tubulação sob este tanque.

Como já foi mencionado, este setor apresenta controles manuais, passíveis de falha. Este mesmo tanque de água potável de CIP apresentava transbordamento contínuo por falha do operador. Durante o período de levantamento de campo foi observado que era freqüente o transbordamento e por longos períodos de tempo, até que o fluxo de água fosse interrompido por algum operador.

O setor de produção localizado na edificação antiga é um ponto crítico do ponto de vista de vazamentos e de perdas de uma maneira geral. Conforme já foi descrito, há vazamentos em registros esfera e juntas e má operação do sistema. No setor de concentração de leite para a torre de secagem A foi verificada a maior quantidade de vazamentos.

Foram ainda identificados vazamentos em registros gaveta e em um pequeno reservatório, que apresentava transbordamento contínuo, mesmo o setor não estando em funcionamento. Este vazamento pode ser ocasionado pelo não fechamento ou comprometimento de algum registro ou por defeito de uma chave de bóia.

A edificação onde se encontram as caldeiras também apresentava tubulações e registros em condições precárias. Um caso extremo verificado foi uma torneira de lavatório em um sanitário, que não fechava, ou seja, apresentava escoamento contínuo, gerando grande desperdício de água.

Outro sistema que apresentava vazamentos significativos é o sistema de vapor. Estes vazamentos são função principalmente das péssimas condições das tubulações. Em alguns trechos o isolamento térmico também apresenta condições deterioradas, inclusive não existindo em determinados locais.

Outra forma de vazamento verificada foi o transbordamento do reservatório de 15m³ localizado ao lado da edificação da Administração. O abastecimento deste reservatório se dá por gravidade a partir do reservatório de 210m³ através de manobra de registros. Quando o registro é esquecido aberto, o reservatório de 15m³ transborda até que a intervenção do operador.

A tabela 6.8 abaixo apresenta uma estimativa de perdas em alguns vazamentos visíveis que foram medidos durante a visita realizada:

Tabela 6.8: Resumo das perdas de alguns dos vazamento medidos durante a visita

Localização do Vazamento	Vazão mensal do Vazamento (m ³ /mês)
Setor A (produção – planta nova) – Registro esfera do lava-pé na entrada lateral do setor	2,02
Setor N (concentração de leite da torre A) – Registro esfera comprometido que comanda o arrefecimento de 3 bombas	38,66
Setor B (envasamento – Tetra Pak) – vazamento em mangueira de uma máquina Tetra Pak	8,35
Setor L (CIP da bebida láctea 2) – vazamento em juntas e registros da entrada de água dos tanques de CIP	11,32
Setor R (laboratório antigo) – vazamento em registro esfera da mangueira da entrada do setor	4,40
TOTAL	64,75

Conforme já citado anteriormente, a maior parte da tubulação é aérea, ou seja, totalmente aparente, o que facilita a detecção de vazamentos. No entanto, existem trechos antigos de tubulação que são enterrados.

Não foram verificados indícios de perdas não-visíveis de água potável no levantamento feito na planta. Com a implantação de um sistema de medição setorizada do consumo será possível realizar testes para aferição da existência ou não de perdas invisíveis.

6.2.4.3. Adequação e troca de equipamentos hidráulicos

Uma parte do consumo de água da fábrica está associada ao consumo doméstico, representado pela água utilizada em sanitários, vestiários e preparo de alimentos. Estimou-se que este consumo encontra-se em torno de 50 m³/dia, o que significa 4% do total da água utilizada na unidade.

Durante o levantamento de campo foram cadastrados todos os equipamentos hidráulicos associados ao uso doméstico da água na planta e avaliadas as possibilidades de melhorias, visando a economia de água e a adequação ao uso dos funcionários.

Dos setores avaliados, aqueles que se encontram na planta antiga apresentam equipamentos em condições bastante precárias. Foram verificados diversos vazamentos em bacias sanitárias e torneiras.

O Setor I é o que apresenta piores condições, com mais vazamentos e com equipamentos deteriorados. No entanto, segundo foi informado, este setor será desativado quando o Setor H entrar em operação, com equipamentos sanitários novos.

Verificou-se que a existência de mictórios coletivos instalados nos Setores F e H Tais mictórios apresentam um único registro de pressão para acionamento do escoamento de água e ficam abertos 24h por dia.

Figura 6.14: Mictório coletivo com registro de pressão aberto continuamente.

Outro equipamento hidráulico presente na planta antiga é a bacia sanitária com válvula de descarga. Na planta nova as bacias sanitárias são com caixa acoplada e de 6 litros/descarga.

Constatou-se que as bacias sanitárias com válvula de descarga apresentavam vazamentos, principalmente no interior da bacia e de forma contínua.

Foram relacionados os seguintes tipos de equipamentos hidráulicos na fábrica:

- Cubas de lavagem com torneiras de parede com misturador de água;
- Cubas de lavagem com torneiras de parede (AF);
- Lavatórios com torneiras convencionais (AF);
- Lavatórios com torneiras de acionamento hidromecânico;
- Lavatórios com torneiras de acionamento por pedal;
- Bacias sanitárias com caixa acoplada (6 litros/descarga);
- Bacias sanitárias com válvula de descarga;
- Chuveiros elétricos com acionamento por registro de pressão;
- Mictórios coletivos com acionamento por registro de pressão;
- Mictório individual com acionamento por registro de pressão;
- Tanque de lavagem;
- Bebedouros.

Apesar das cubas de lavagem possuírem torneiras relativamente novas, as mesmas são inadequadas ao tipo de uso a que se destinam. Geralmente apresentam manoplas cilíndricas, de difícil fechamento para funcionários com as mãos engorduradas, o que é comum no desenvolvimento de atividades associadas ao preparo de alimentos.

As torneiras de lavatório do tipo hidromecânico, apesar de serem dispositivos economizadores de água, encontravam-se desreguladas e com vazamentos quando do retorno do embolo após o uso. No sanitário masculino do setor O foi cronometrado o tempo de acionamento de duas delas, sendo que uma apresentou 8,5 segundos e a outra 4 segundos. Fica destacada a necessidade de uma política de manutenção preventiva e de gestão da água.

Outra questão a ser abordada é o uso dos equipamentos hidráulicos. Na Figura 6.15 é apresentada uma cuba de lavagem com torneira convencional de parede, localizada no setor de envasamento, onde ocorria sua utilização para o lançamento de efluente. O problema mais grave, neste caso, é que o ramal de esgoto não era interligado na rede de coleta de esgoto. Esta cuba deságua livremente sobre uma canaleta de piso que recolhe o efluente industrial do setor.

Figura 6.15: Cuba do Setor de envasamento – efluente lançado na canaleta de efluente industrial.

Com base nestes dados, foi proposta a substituição de todos os equipamentos hidráulicos, a um custo estimado de R\$ 20.000,00 para a aquisição dos mesmos.

6.2.4.4. Lavagem de áreas internas e externas

Uma atividade que demonstrou possuir significativo consumo de água foi a de lavagem de pisos, paredes, calçadas (internas e externas) e equipamentos (interna e externa), pela utilização de torneiras com mangueiras de lavagem distribuídas por toda a fábrica. A avaliação realizada estima esse consumo atualmente em torno de 130 m³/dia (dado aferido com medição em campo e levantamento de rotinas de limpeza junto aos funcionários).

As mangueiras são comandadas por torneiras do tipo esfera, 1/4 de volta, que não oferecem controle para a vazão que sai da mangueira. Geralmente, o funcionário mantém a torneira totalmente aberta.

Notou-se a permanência de torneiras abertas durante todo o processo de higienização, mesmo se desenvolvendo uma atividade paralela (retirada de lixo, por exemplo), quando não se está utilizando efetivamente a água. Uma solução para diminuir este tipo de desperdício é o uso de gatilhos nas pontas das mangueiras.

Estima-se que esta intervenção simples possa resultar em uma economia de até 40% deste tipo de consumo, conforme ações anteriormente realizadas em outras edificações.

Uma outra vantagem desta intervenção é que o gatilho introduz uma pequena perda de carga localizada, resultando na diminuição da vazão de saída e contribuindo para diminuir o desperdício.

As mangueiras utilizadas na indústria para atividades de limpeza são inadequadas, uma vez que não apresentam a resistência necessária, tendo sido constatados vazamentos em algumas delas.

Outra questão que deve ser abordada é a redução de pressão. Estimou-se a pressão estática existente nas torneiras do Setor A em torno de 43 mca. Com a utilização de gatilhos somada à redução da pressão para valores em torno 10mca estima-se que a economia de água possa chegar até a 50% nesta atividade, alcançando um valor de 65 m³/dia.

6.2.4.5. Caldeiras

Foi proposto que as caldeiras da fábrica recebessem apenas água da ETA e da Concessionária local de distribuição, para maior garantia de qualidade, uma vez que a água proveniente dos poços pode apresentar minerais e particulados e requer maiores cuidados utilização em equipamentos especiais.

De maneira geral, a reposição de água em sistemas de vapor com caldeira, aqui denominada de consumo, deve-se, a princípio, aos seguintes fatores:

- Descarga de fundo: em torno de 3% a 5% da capacidade da caldeira, dependendo da qualidade da água. As descargas de fundo são realizadas para evitar incrustações no fundo do reservatório;
- Descarga contínua de nível: em torno de 1% a 2% da capacidade da caldeira. É realizada para manter a água da caldeira com a condutividade adequada, pois durante o tratamento químico da água que alimenta o sistema, alguns sólidos totais se dissociam e permanecem na superfície.

Tais descargas são, em geral, automáticas. Porém, em sistemas mais antigos são realizadas manualmente, o que pode gerar perdas. No entanto, o maior volume efluente do sistema a vapor está na água de condensado produzido ao longo do sistema, a qual pode ser reaproveitada pelo próprio sistema, reduzindo também o consumo de energia. A água de condensado é objeto de reaproveitamento, porém deve-se considerar a verificação da qualidade da água através de detector de condensado contaminado.

Caso seja constatada a qualidade adequada da água, a sua reutilização significa economia de água e de energia e, ainda, economia no tratamento químico da água. Este tratamento é realizado antes de alimentar a caldeira e tem por finalidade evitar incrustação de sais minerais no sistema.

6.2.4.6. Resfriamento de Motores e Equipamentos

Verificou-se que uma grande quantidade de água é utilizada para o resfriamento de motores e equipamentos. As vazões variam em função do equipamento e da área da fábrica. Em geral, equipamentos como os equipamentos de envase, o homogeneizador e as centrífugas apresentaram significativo consumo de água para o arrefecimento de seus componentes internos, como eixos e pistões.

Nas medições de vazão realizadas ao longo das linhas de produção que apresentavam arrefecimento do eixo ou selo de bomba foram obtidos resultados muito diferentes, variando de 36,40 litros/hora a 298,30 litros/hora. Estas diferenças apontam para um desperdício aparente e não só por diferenças de motores. Podem ser atribuídas aos diâmetros de tubulações e às diferentes pressões e vazões das derivações de alimentação, ou ainda pelos dispositivos de abertura dos fluxos de água. Uma intervenção visando evitar o uso excessivo é a verificação da vazão ideal para este arrefecimento e a introdução de dispositivos de controle de vazão, visando obter e manter os patamares ideais.

O efluente gerado pelo arrefecimento é lançado diretamente no piso por tubos flexíveis ou por dispersão no próprio eixo, correndo para as canaletas existentes e sendo encaminhado para a ETE.

Figura 6.16: Água proveniente do arrefecimento de motor, com lançamento no piso através de tubo flexível.

O controle desta água utilizada no arrefecimento de motores é feito através de eletroválvulas (válvulas solenóides) de forma automática ou por registros esfera, de forma manual.

Apesar de uma grande parte dos pontos de arrefecimento ser controlada por eletroválvulas de forma automática, verificou-se que em alguns pontos o sistema de automação não está funcionando há algum tempo, resultando em fluxo de água, sem o funcionamento do motor. Dessa forma, verifica-se a necessidade de uma boa manutenção preventiva e corretiva para redução de perdas.

Os pontos de arrefecimento comandados manualmente por registros esfera também apresentaram problemas de perdas de água, uma vez que dependem da atenção do controlador.

Dos equipamentos, o efluente gerado na operação das máquinas Tetra Pak, arrefecimento e envase merece destaque, dado o volume e o tempo de operação destes equipamentos. Este efluente é lançado diretamente no piso através de um único ponto sob o equipamento, o que poderia facilitar a coleta do mesmo para reaproveitamento.

6.2.4.7. Lubrificação de Esteiras do Setor de Empacotamento

A lubrificação das esteiras por onde passam as caixas que provêm das máquinas de envase se faz com uma solução de água e detergente, com objetivo de lubrificação, possibilitando a correta condução das caixas e mantendo os níveis de higienização necessários.

O único hidrômetro identificado em toda a unidade encontra-se junto ao tanque de mistura de água e de detergente, para o controle do mesmo, que é feito automaticamente.

A mistura e a injeção ocorrem automaticamente, em função do número de esteiras que estão operando, ou seja, o fluxo de mistura é em função da demanda e não continuamente.

A injeção da mistura de lubrificação é feita através de bicos injetores que estão localizados em dois ou três pontos ao longo de cada esteira. Esta injeção não ocorre continuamente e sim intermitentemente, com um tempo pré-determinado entre cada injeção.

Apesar de se ter a impressão de haver muito consumo nesta atividade, os valores medidos mostraram que o consumo é relativamente pequeno, em torno de $2 \text{ m}^3/\text{dia}$. Apesar disso, verificou-se que todo o efluente é lançado diretamente no piso e de lá para as canaletas de efluente industrial.

6.2.4.8. Reformulação do Sistema de Distribuição de Água

Uma grande parte da unidade é abastecida pelo reservatório de 210 m^3 . Este reservatório apresenta uma altura total 38,25 m. O fundo da célula 2, que alimenta a unidade, apresenta uma altura de 21,8 m e o nível máximo desta célula apresenta uma altura total de 29,9 m em relação ao piso. A célula 3 (mais alta) transborda para a segunda célula que, portanto, está sempre no nível máximo quando do abastecimento normal do sistema.

Considerando-se que a parte da edificação nova de produção encontra-se em uma cota abaixo da cota do piso onde se encontra o reservatório de 210 m^3 , alguns pontos de consumo da edificação nova de produção podem apresentar uma pressão estática próxima a 34 mca (metros de coluna de água). Uma pressão desta ordem pode resultar em uso excessivo de água em determinados pontos.

Um grande problema no sistema hidráulico da fábrica é a existência de uma única linha de distribuição de água. Uma boa solução de Projeto de Sistemas Prediais Hidráulicos seria a existência de duas linhas distintas de distribuição de água, uma para os pontos de consumo industriais, que apresentam grandes vazões e consumo de grandes volumes, e outra para outras atividades como torneiras de lavagem, pias, lavatórios, bacias sanitárias, etc. Estas outras atividades apresentam consumo mais baixo, necessitando de menores diâmetros de tubulações.

A redução de pressão também poderá ser ministrada com melhores resultados, uma vez que as pressões necessárias para os equipamentos de produção podem ser mais elevadas, ao passo que as pressões atuais nos pontos de consumo de torneiras de lavagem resultam no uso excessivo da água, ou seja, apresenta perdas desnecessárias.

No setor B, onde se concentram as máquinas de envase, obteve-se a informação, por um dos responsáveis pelo setor, que a pressão da água é muito elevada, chegando a ser superior às recomendações do fabricante dos equipamentos.

Dessa forma, recomenda-se a instalação de válvulas redutoras de pressão ao longo da rede de distribuição de água. A seleção dos pontos para redução da pressão deverá ser realizada após a instalação dos hidrômetros da medição setorizada para que as vazões sejam conhecidas e escolhido o tipo de equipamento mais adequado.

Notou-se que em diversos pontos foram criadas ramificações da linha de distribuição de água existente para atender a uma necessidade localizada. Por exemplo, uma derivação para torneiras de lavagem.

A permissão para que sejam executadas derivações cria problemas futuros de Projetos. As derivações muitas vezes são feitas e não registradas em projeto “as-built”. Além disso, há derivações que não deveriam ocorrer. Foi verificado que em alguns pontos existe uma derivação da linha de hidrantes do sistema de combate a incêndio para alimentar um setor com água potável, prática altamente não recomendada.

A estrutura dos reservatórios de concreto de 15 m³ e de 210 m³ deve passar por uma recuperação. Foi verificada a corrosão das armaduras destas estruturas, com destacamento de placas de concreto. O reservatório de 1000 m³ é atualmente alimentado pela ETA, pelos poços artesianos de 1 a 7 e pela rede pública.

Este reservatório abastece o reservatório de 210 m³ através de bombas de recalque que por sua vez, abastece a planta, o reservatório da administração e o reservatório da Caldeira.

A princípio supõe-se que a água dos poços não apresente qualidade adequada, necessitando de cloração na saída do reservatório de 1000 m³. Pelo que foi observado na visita, esta cloração provavelmente não está sendo feita a contento. Esta água também pode apresentar outras características físico-químicas inadequadas para determinados equipamentos. Deve ser realizada uma análise da qualidade desta água, por laboratório de reconhecida capacitação para tal, para uma avaliação adequada. Verificou-se que existe apenas uma cloração neste reservatório, que ocorre na saída da bomba de recalque para o reservatório de 210 m³.

Pelo levantamento, foi sugerido que o reservatório de 1000 m³ fosse abastecido pela ETA e pela Concessionária. Dependendo dos resultados das análises da água dos poços, a mesma poderá ser recalçada diretamente para o reservatório de 210 m³ onde poderá ser feito o tratamento adequado.

O reservatório da caldeira poderá ser abastecido diretamente do reservatório de 1000 m³, garantindo-se a qualidade da água adequada e melhor controlada.

Dessa forma, poderá haver a redução da demanda do reservatório de 210 m³ e conseqüentemente da bomba de recalque do reservatório de 1000 m³, reduzindo o consumo de energia.

Sugeriu-se também que o reservatório da Administração possua um novo alimentador, com controle através de chaves de bóia, proveniente do reservatório de 210 m³.

Atualmente o abastecimento deste reservatório se dá através de uma derivação da linha de abastecimento da fábrica e o controle através de um registro normalmente fechado. O alimentador atual não só abastece este reservatório, como também funciona como abastecimento dos pontos de consumo por ele atendidos.

Com este novo alimentador, a atual linha de abastecimento de pontos pode ser mantida só para esta finalidade e não existirá extravazão do reservatório por falha de operação (esquecimento de fechamento do registro). A derivação da rede de distribuição de água da planta deve ser seccionada, resultando em um novo sistema de distribuição.

6.2.4.9. Plano de Setorização

Em função do levantamento de campo realizado foi proposto um sistema de medição individualizada do consumo com base no uso da água em cada setor e utilizando as tubulações de água potável existentes.

O sistema proposto é para medição remota, através de cabeamento, com a locação de uma central em área a ser definida, na qual o Gestor de Água da fábrica poderá acompanhar o consumo dos diversos setores. Esta central poderá facilmente estar integrada à “intranet” da empresa, possibilitando que outro Gestor, em outra localidade, acompanhe os consumos da unidade e, futuramente, possa comparar os consumos entre as várias unidades do grupo.

Para facilidade de compreensão, o plano de setorização proposto está dividido em planta nova, planta antiga, reservatórios. A individualização do consumo proposta foi prevista em função dos maiores consumidores da área e em função de usos específicos que podem apresentar interesse no sentido da gestão da produção. A Tabela 6.9 .abaixo apresenta um resumo com dos hidrômetros propostos para a adequada setorização do consumo de água da planta.

Tabela 6.9: **Plano de setorização do consumo**

Setor	Caracterização da medição	Número de Hidrômetros
A	Medição de consumo de água para produção e torneiras de limpeza	8
B	Alimentação de água das máquinas de envase e tanques de CIP do setor	2
C e D	Alimentação do sistema de lubrificação das esteiras das empacotadoras e torneiras de limpeza	1
E	Alimentação dos balões de bebida láctea	1
E e G	Alimentação da área de recebimento de leite e dos demais pontos de consumo do setor de bebida láctea	1
F	Alimentação dos pontos de consumo do laboratório e sanitários	1
K, L, M e N	Alimentação dos pontos de consumo destes setores	1
Fig.: 2	Alimentação da edificação nova que contem os sanitários e vestiários de funcionários e a cozinha	1
Condensadores Água Gelada	Alimentação das torres de água gelada e saída de efluente de purga	2
H, I e J	Tubulação de saída para estes setores do reservatório da administração	1
O e Torres de Água Gelada	Tubulação de saída para estes setores do reservatório da administração	1
Q, R, S e T	Tubulação de alimentação destes setores a partir do reservatório de 210m ³	1
S	Alimentação da torre de secagem de leite em pó A	1
Reservatório de 1.000m ³	Alimentação da caldeira a partir do reservatório de 1.000m ³	1
Reservatório de 1.000m ³	Alimentação do reservatório de 1.000m ³ proveniente da ETA	1
Reservatório de 1.000m ³	Alimentação do reservatório de 210m ³ a partir do reservatório de 1.000m ³	1
Reservatório de 210m ³	Alimentação do reservatório de 210m ³ a partir dos poços	1
Reservatório de 210m ³	Alimentação do reservatório da administração a partir do reservatório de 210m ³	1
Torres de Resfriamento	Alimentação das torres de resfriamento e saída de efluente de purga	2
Reservatório de 210m ³	Tubulação de saída principal do reservatório de 210m ³ que alimenta os pontos de consumo da planta	1
	TOTAL	30

6.2.5. Estação de Tratamento de Efluentes

Indústrias de leite utilizam grande volume de água gerando, conseqüentemente, significativo volume de efluentes. A água e os efluentes produzidos implicam em elevados custos operacionais. Uma maneira eficiente de reduzir a geração de efluentes é otimizar o uso da água através da minimização do seu uso nas diversas aplicações existentes na planta.

No sistema de processamento do leite são gerados efluentes de formação de produtos de linha ou residuários não desejáveis ao processo. Estes últimos são sub produtos de:

- Água utilizada na lavagem das unidades industriais, piso, peças e equipamentos da linha de produção e de recipientes de transporte e armazenamento de produtos;
- Água excedente do processo de produção;
- Água que escorre das tubulações (por condensação);
- Água liberada durante o processo de embalagem;
- Água utilizada em operações de arrefecimento / aquecimento;
- Água residuária proveniente dos esgotos, ditos domésticos.

Os efluentes provenientes deste tipo de indústria possuem carga poluente resultante de:

- Leite e restos de leite existentes em tubulações, tanques de armazenagem, e equipamentos da linha de produção antes de serem lavados;
- Perdas durante o processamento (produção e embalagem) de diversos sub-produtos provenientes do processamento do leite para a obtenção dos diversos produtos lácteos;
- Produtos de limpeza e desinfetantes aplicados após a utilização dos diversos equipamentos;

- Perdas de leite durante o recebimento ou durante seu processamento. Pode ainda existir perda pelas tubulações e bombas.
- Óleos e graxas provenientes de limpeza ou manutenção de equipamentos.

A origem dos efluentes inorgânicos deste tipo de indústria se deve principalmente devido à existência de compostos alcalinos, ácidos e outros agentes esterilizantes, utilizados para as operações de limpeza, lavagem e desinfecção.

Normalmente a concentração destes agentes é baixa, no entanto podem criar alguns problemas de toxicidade, além de influenciarem no pH do efluente.

A origem dos efluentes orgânicos se deve a diversos constituintes existentes no leite como gordura, caseína e outras proteínas, lactose e sais inorgânicos.

A indústria em estudo faz o lançamento de seus efluentes em um córrego próximo às suas instalações. Segundo as exigências ambientais trazidas pela SOLUÇÃO CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986, no qual é realizada a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes, tal córrego é considerado classe 2.

Nesta classificação as águas são destinadas:

- Ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho) ;
- À irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- À criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Os efluentes gerados na planta são produzidos pelas áreas industriais, resultado do recebimento, áreas de processo de preparo e produção de leite e demais derivados, resfriamento de selos de bombas e motores, limpeza de equipamentos, CIP e resfriamento de equipamentos.

Os efluentes domésticos são gerados pelos funcionários da planta que totalizam 360 funcionários distribuídos em:

- 1º turno: 0:20 até 8:20 h – 67 funcionários
- 2º turno: 8:20 até 16:20 h – 122 funcionários
- 3º turno: 16:20 até 0:20 h – 85 funcionários
- 1 turno administrativo: 8:20 até 17:45 h – 36 funcionários
- portaria/limpeza e jardinagem: 50 funcionários em média.

Conforme já citado anteriormente, o processo industrial, limpeza e resfriamento são grandes consumidores de água e como tal, grandes geradores de efluentes. Os sólidos suspensos e voláteis do efluente bruto são basicamente constituídos pela gordura láctea. Os demais componentes orgânicos e voláteis, como as proteínas e a lactose, não estão em suspensão.

Os efluentes industriais gerados na planta nova são encaminhados a uma caixa de inspeção que recebe também contribuições de efluentes industriais da planta antiga e setor de recebimento e mistura. Desta caixa de inspeção, os efluentes seguem para a caixa geral 1 que recebe toda contribuição industrial somada aos efluentes gerados pela caldeira.

As tubulações que encaminham os efluentes industriais para a ETE são em PVC, uma delas aérea e a outra enterrada. As tubulações dos últimos trechos do coletor de efluentes, próximos da ETE, foram especificadas de forma inadequada para as condições requeridas pelo sistema e apresentam-se comprometidas em sua eficiência promovendo contaminações do solo e perda de controle do volume a ser tratado.

Ambas encontram-se em más condições sendo que a enterrada apresenta pontos de vazamento de efluentes, por existência de trincas na superfície do tubo.

A ETE existente é uma estação de tratamento do tipo aeróbio. As Figuras 6.17 a 6.19 abaixo ilustram o fluxo do efluente bruto industrial e doméstico.

Fluxo de efluentes dos setores

Figura 6.17: Fluxo de encaminhamento dos efluentes a partir da produção

Figura 6.18: Fluxo de encaminhamento dos efluentes até os tanques de equalização

Figura 6.19: Detalhe dos tanques de aeração da ETE

De acordo com dados obtidos pelas tabelas de dados apontados pelo técnico de operação da ETE, a vazão média de efluentes na entrada da estação é de $54,1 \text{ m}^3/\text{h}$, podendo alcançar valores de até $70 \text{ m}^3/\text{h}$. A vazão de saída da estação de tratamento no dia da visita técnica foi de $41 \text{ m}^3/\text{h}$, aferida através de medição realizada na calha Parshall. As figuras 6.20 à 6.22 abaixo apresentam alguns dados coletados nos últimos meses, para avaliação do efluente final tratado.

Figura 6.20: Gráfico da DBO do efluente de saída da ETE.

Figura 6.21: Gráfico da cor do efluente de saída.

Figura 6.2.2: Coliformes fecais no efluente final

Após o conhecimento dos usos da água em cada etapa do processo, conclui-se que os efluentes gerados são provenientes das seguintes atividades:

- Sistema de resfriamento de água gelada e industrial;
- Sistema de “CIP”;
- Sistema de lavagem externa e interna;
- Uso doméstico incluindo sanitários e refeitório;
- Arrefecimento de motores.

Pelo exposto, é possível identificarmos diferentes efluentes gerados dentro dos diversos setores, os quais atualmente são unidos para um tratamento único de efluentes, o que diminui ainda mais a eficiência do tratamento de efluentes.

Nesta primeira etapa de trabalho, propôs-se a segregação de efluentes domésticos e industriais, retirando o volume doméstico e direcionando o mesmo para a rede pública. Os custos mensais provenientes de tal ação são mínimos, porém o efeito gerado será o de principalmente eliminar a quantidade de coliformes fecais existentes no efluente de saída da ETE.

Numa segunda etapa, após o plano de setorização e monitoramento do consumo de água, bem como da coleta de amostras de efluentes de pontos variados do processo, será possível avaliar-se as possibilidades de reúso, com base nos dados qualitativos e quantitativos. Para tal, é importante que haja a segregação dos efluentes gerados.

Ainda foi possível verificarmos que existe o lançamento de efluentes industriais no sistema de drenagem da planta, o que termina sendo direcionado para o rio.

6.2.6. Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

A partir da análise dos documentos obtidos, levantamento realizado em campo e das análises técnicas apresentadas nos itens anteriores, foi desenvolvido o estudo que se segue visando reduzir e otimizar o consumo de água na indústria de laticínios.

Verifica-se, na fábrica como um todo, elevado potencial de redução do consumo de água e necessidade de implementação de um Sistema de Gestão que garanta a realização das ações de manutenção preventiva e corretiva fundamentais para o bom funcionamento de equipamentos e realização de atividades consumidoras de água de modo geral.

A princípio, a fábrica utiliza muito mais água do que necessitaria utilizar. Desta forma cabe a especificação de uma série de ações para redução deste consumo, bem como ações de controle para manutenção dos novos índices de consumo a serem obtidos.

A utilização de fontes alternativas de água (águas pluviais ou efluentes tratados, por exemplo) não é ainda indicada para esta edificação uma vez que há carência de mecanismos de controle e de manutenção na condição atual de funcionamento. Deve-se lembrar que a utilização de fontes alternativas, principalmente o reuso da água, exigem um Sistema de Gestão eficiente para que não se coloque em risco a saúde humana e a qualidade dos produtos da fábrica.

6.2.6.1. Consumo Atual de Água da Fábrica

A água utilizada na fábrica provém de captação direta do córrego local e de 7 poços artesianos, dos quais 2 encontram-se desativados. O consumo diário está estimado em torno de 2.500 m³, obtido a partir de registros realizados na Estação de Tratamento de Água, em tabelas de consumo fornecidas pela própria indústria e considerando a contribuição dos poços artesianos em 30% do total (informação obtida junto aos funcionários da fábrica).

A figura 6.23 abaixo apresenta a distribuição atual do consumo em relação aos principais consumidores existentes (valores em m³/dia).

Figura 6.23: Distribuição atual do consumo de água em m³/dia

6.2.6.2. Setorização do consumo de água

Atualmente não há qualquer tipo de medição da água consumida, em nenhum setor ou equipamento da fábrica, o que dificulta o acompanhamento da utilização da água.

O Plano de Setorização prevê a instalação, a médio e longo prazo, de 30 hidrômetros eletrônicos para o monitoramento de toda a fábrica.

Propõe-se que o acompanhamento do consumo de água seja feito em dois locais:

- Na própria fábrica, pelo responsável local, para a tomada de ações instantâneas quando da identificação de elevação dos índices de consumo, e;
- Em uma unidade central a partir da qual o Departamento de Meio Ambiente da possa acompanhar o consumo de água de todas as suas unidades.

De forma a viabilizar investimentos, propõe-se que numa primeira etapa seja feita a instalação de aproximadamente 10 hidrômetros eletrônicos para uma setorização que permita o monitoramento mínimo necessário para a tomada de ações adequadas quando da elevação do consumo, compreendendo o sistema de reservação de água, a área de preparo, as torres de resfriamento e as caldeiras.

O investimento estimado para essa setorização encontra-se em torno de R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais), incluindo os hidrômetros, o software para gerenciamento das informações coletadas, o sistema de proteção e o repeater.

6.2.6.3. Adequação do Sistema de Reserva de Água e Controle da Pressão no Sistema Hidráulico

Para um melhor aproveitamento dos reservatórios e bombas de recalque existentes, propõe-se a adequação do sistema de reserva de água.

Figura 6.24: Corte do Reservatório atual de 210 m³

Figura 6.25: Corte do Reservatório 210 m³ - Remodelado

Figura 6.26: Corte do Reservatório 1000 m³

Figura 6.27: Corte do Reservatório Remodelado - 1000 m³

Constatou-se também elevada pressão de água no sistema hidráulico da planta, gerando desperdício e dificultando algumas operações. Propõe-se que sejam instaladas válvulas redutoras de pressão em pontos específicos da fábrica.

Estima-se uma redução em torno de 12% do consumo de água, levando o consumo diário de 2500 m³ para 2200 m³ e melhor aproveitamento dos reservatórios e bombas de recalque existentes.

O investimento estimado para a remodelagem do sistema de reservação e controle de pressão e vazão é de R\$ 20.000,00.

A figura 6.28 apresenta a nova distribuição do consumo de água com a instalação das válvulas redutoras de pressão.

Figura 6.28: Nova distribuição do consumo com a instalação das válvulas redutoras de pressão.

6.2.6.4. Minimização de Perdas Físicas

Durante a auditoria inicial constatou-se a existência de perdas físicas de água conforme apresentado anteriormente. Este cenário considera as ações corretivas como trocas e reparos de registros, trechos de tubulações e conexões, com expectativa de redução do consumo de água por perdas de 420 m³/dia para 147 m³/dia.

6.2.6.5. Lavagem de áreas internas e externas

As atividades de limpeza, aqui considerando lavagem de pisos e lavagem externa de equipamentos, apresentam necessidade de adequação dos equipamentos utilizados conforme a função a que se destinam bem como da especificação de procedimentos adequados. A expectativa de redução do consumo com estas ações é de 30% em relação ao volume atual, com investimentos da ordem de R\$ 20.000,00.

6.2.6.6. Consumo Humano

O consumo humano, estimado em 50 m³/dia, apesar de não estar entre os maiores da fábrica, foi objeto de avaliação para implementação de ações de redução por dois motivos principais: o primeiro, porque é a partir deste consumo de água que são produzidos coliformes fecais, presentes nas análises de efluentes realizadas na saída da ETE; e o segundo, porque a expectativa de redução deste consumo é significativa.

Para a redução do Consumo Humano, propõe-se a adequação de equipamentos à função a que se destinam e manutenção em outros. A meta desta ação é reduzir o consumo de água em 40%, o que irá refletir no volume de efluente doméstico gerado.

O investimento estimado para as ações propostas é de R\$ 30.000,00, com expectativa de redução do consumo de 50 m³/dia para 19,8 m³/dia.

6.2.6.7. Torres de Resfriamento / Condensadores

Como na maioria das indústrias, os sistemas de resfriamento apresentam-se como grandes consumidores de água. Neste caso em particular, o sistema de resfriamento mostrou-se um grande consumidor de água, porém ressalta-se que o sistema encontra-se em condições inadequadas, consumindo água e energia em excesso e em precárias

condições de funcionamento. Durante o levantamento de campo foram diagnosticados no sistema de água gelada e água industrial diversos problemas apontados anteriormente.

Pelo exposto, ressalta-se a importância de atuação nos sistemas de resfriamento como forma não só de reduzir o consumo de insumos como água e energia, mas também resguardar equipamentos e usuários. Como plano de necessidades para os sistemas de água industrial e gelada propõe-se:

- Manutenção corretiva do sistema;
- Monitoração de funcionamento e/ou operação dos equipamentos e/ou sistema;
- Criação de política de manutenção preventiva.

Através das intervenções apresentadas, espera-se uma redução do consumo de água em torno de 15%, ou seja, de 810 m³/dia para 689 m³/dia. Além da redução do consumo de água, as ações propostas deverão gerar um impacto significativo no consumo de energia elétrica da fábrica.

As ações consideradas nesta primeira etapa de intervenção do sistema de resfriamento foram as abaixo listadas:

- Ações corretivas (falta de aletas, registros, etc);
- Isolamento das tubulações de resfriamento;
- Automatização da operação;
- Monitoramento da qualidade da água;

O investimento estimado para as ações acima descritas é da ordem de R\$ 150.000,00.

6.2.6.8. Arrefecimento de Motores

Para o arrefecimento dos motores utiliza-se água potável, que é encaminhada para canaletas de piso e destas para a ETE. Propõe-se a redução de 100% deste consumo, através de um sistema de reaproveitamento (coletar e encaminhar para novo uso).

O investimento estimado é de aproximadamente R\$ 50.000,00, reduzindo-se o consumo de água de 180 m³/dia para 0 m³/dia.

6.2.6.9. Caldeiras

Nas caldeiras, segundo dados obtidos da auditoria inicial, existe o controle da qualidade de água. Foram fornecidos dados de análises de qualidade realizadas durante o mês de março de 2003. Verificou-se a possibilidade de reaproveitamento da água de condensado.

Estima-se com esta ação a redução do consumo em 75%, com investimento estimado da ordem de R\$ 50.000,00.

6.2.6.10. CIP

O CIP, processo de limpeza interna da tubulação é composto de 5 ciclos de água. Há possibilidade de reaproveitamento de parte da água consumida para o processo de limpeza, com estimativa de redução de 55% do consumo de água.

Os investimentos estimados para uma primeira atuação no processo de CIP são de aproximadamente R\$ 50.000,00, com economia esperada de 200 m³/dia.

Há ainda a possibilidade de utilização de detergente específico que, em conjunto com a soda caustica, elimina a necessidade de limpeza com ácido nítrico. Esta tecnologia já vem sendo utilizada com sucesso por algumas indústrias de leite em outros países.

Outra alternativa é a introdução da tecnologia de “pigging”, comum nos processos de limpeza de tubulação da indústria petroquímica e por algumas indústrias de leite, para redução do 1º ciclo de lavagem.

6.2.7. Consumo de Água Otimizado

O consumo de água foi estimado em 2500 m³/dia, conforme a Figura 6.23. Com as ações propostas anteriormente, espera-se que haja uma redução do consumo da planta para 1200 m³/dia, sem prejuízo das atividades consumidoras. A nova distribuição do consumo deverá ocorrer conforme a Figura 6.29 abaixo (valores em m³/dia).

Figura 6.29: Consumo otimizado – distribuição final.

O impacto gerado pelas ações propostas será de redução no consumo de água em 52%. É importante ressaltar que uma vez otimizado o consumo de água, minimiza-se também o volume de efluentes gerado.

A tabela 6.10 abaixo apresenta o consumo inicial e final de cada atividade objeto de ações de redução.

Tabela 6.10: Consumo de água (atual versus otimizado)

Atividade Consumidora	Consumo inicial (m³/dia)	Consumo final (m³/dia)	% redução
CIP	400	160	60
Limpeza	200	98	51
Torres/condensadores	900	689	24
Insumo	30	30	0
Arrefecimento de motores	200	0	100
Consumo Humano	50	19,8	60
Caldeira	200	70	65
Perdas Físicas	420	147	65

6.2.8. Estação de Tratamento de Esgotos

Constatou-se que o uso inadequado da água, gerando efluentes em quantidade excessiva, compromete a operação da estação existente. A análise dos efluentes finais mostra que a ETE está com baixa eficiência, em torno de 50% de remoção, conforme a tabela 6.11 abaixo.

Tabela 6.11: Parâmetros de qualidade do efluente na entrada e saída do tratamento

Parâmetros	Afluente	Efluente misturador	Efluente saída
PH	11,95	11,42	8
Alcalinidade	599,70	288,00	1.090,60
Local	4.980	3.470	2.030
DBO	2.000		1.200
SS	264	1.040	960
TKN	113,90	43,20	73,80
Amônia	1	1,10	0,06
Nitrato + Nitrito	35	60	0,04
Ortofosfato	5,20	3,90	0,10
Fósforo total	23,40	10,20	13,00

A Tabela 6.12 abaixo calcula o desempenho da ETE existente.

Tabela 6.12: Desempenho da ETE através de indicadores de DBO e DQO.

Setores	Unidades	Produção Anual	Produção mensal
Pasteurizado	l	9.053.780,00	754.481,67
UHT	l	115.108.241,00	9.592.353,42
Leite aromatizado	L	14.378.060,00	1.198.171,67
Leite em pó saco	Ton	4.404,30	367,03
Creme de leite	Ton	7.514,96	626,25
Molhos	Ton	656,67	54,72
Creme Industrial	Ton	47,90	
DBO	31.680 Kg DBO/mês		
DQO	131.472 Kg DQO/mês		

A performance encontrada em indústrias de leite, para níveis de DQO, é inferior a 3,8 Kg/ton de leite processado. Nesta planta industrial obteve-se 11,39 kg/ton de leite processado. Outro indicador de desempenho encontrado em indústrias de leite é de 1 m³ efluente/ton de leite processado. Neste caso o indicador é de 3 m³ efluente/ton de leite processado.

Além disto, observou-se baixa eficiência dos tanques de aeração, baixa eficiência das caixas de gordura e areia, bem como acúmulo de lodo no fundo dos tanques de aeração por efeito da decantação. Ressalta-se que a eficiência esperada em lodos ativados é de aproximadamente 85%.

6.2.8.1. Geração de Efluentes Atual

Atualmente, a ETE recebe cerca de 1234 m³ de efluentes por dia, provenientes dos principais consumidores, distribuídos conforme a figura 6.30 abaixo.

Figura 6.30: Efluentes gerados por atividade consumidora (m³/dia).

6.2.8.2. Geração de Efluentes após Otimização do Consumo de Água

A otimização do consumo de água implica em automática diminuição dos efluentes gerados e a expectativa é que, com as ações propostas, os efluentes encaminhados à ETE se distribuam conforme a figura 6.31 abaixo.

Figura 6.31: Efluentes gerados por atividade consumidora após o PCA(m³/dia).

Com a redução do volume de efluentes gerados somada às ações corretivas na operação da própria ETE, espera-se obter indicadores de desempenho próximos dos indicados como referência para as indústrias deste setor.

6.2.8.3. Necessidades da ETE

Como Plano de Ações para correção e adequação da ETE existente propõe-se:

- Limpeza dos tanques de aeração e do decantador secundário;
- Manutenção dos motores dos aeradores superficiais e checagem do posicionamento dos mesmos para avaliação do desempenho;
- Substituição de trechos de tubulações em PVC aparente que apresentam vazamentos;

- Novo dimensionamento da ETE para as novas vazões, com diretrizes para os ajustes necessários;
- Encaminhamento do efluente doméstico para uma fossa séptica ou para a rede pública;
- Implantação de uma sistemática de operação e manutenção da ETE.

Para o redimensionamento da ETE após minimização dos efluentes gerados, especificação das correções necessárias e produção dos manuais de operação e manutenção preventiva e corretiva, estima-se um investimento de aproximadamente R\$ 50.000,00.

Para as ações corretivas (como remoção de lodo, ajuste de aeradores, manutenção de bombas e motores), deverá ser feito orçamento com empresas especializadas para aferição dos custos.

6.2.9. Investimento em PCA X Período de Retorno

A tabela 6.13 abaixo resume os impactos gerados no consumo de água e geração de efluentes da indústria de laticínios com a implantação do PCA.

Tabela 6.13: **Impactos gerados no consumo de água e geração de efluentes**

Consumo de água (m ³ /dia)		Geração de efluentes (m ³ /dia)	
Atual	Com PCA	atual	Com PCA
2500	1200	1234	457

As ações propostas para otimização do consumo de água devem reduzir o custo mensal de operação da ETA (Estação de Tratamento de Água) em funcionamento de R\$ 20.000,00 para R\$ 10.000,00. Espera-se também uma economia de no mínimo R\$ 25.000,00 por mês na conta de energia elétrica da fábrica.

Considerando apenas estas duas reduções em custos operacionais, o investimento total para as ações propostas, estimado em R\$ 500.000,00, implica em período de retorno de 14 meses (sem considerarmos taxa de juros). Cabe ressaltar que a economia gerada será certamente superior ao acima especificado, uma vez que os valores são sempre estimados a favor da segurança e uma vez que há outras economias que sequer estão sendo consideradas para o cálculo do período de retorno do investimento. O cálculo do período de retorno não considera, por exemplo, os custos operacionais relativos à operação da ETE atual, à execução de nova ETE e aos custos futuros de cobrança pela água captada, consumida e efluentes gerados.

6.2.9.1. Cronograma de Ações para Implantação do PCA

Para a obtenção dos maiores impactos, foi proposta uma seqüência executiva das ações do PCA, considerando-se o início pelas ações que geram maiores impactos no que diz respeito a consumo de água e minimização de efluentes.

Ressalta-se que o início do plano de intervenções considera como atividade preliminar à implantação do sistema de monitoramento do consumo que subsidiará o Programa a ser implantado, fornecendo dados, permitindo a aferição dos impactos obtidos por cada ação implementada e gerando as ferramentas necessárias para a gestão permanente do consumo de água da fábrica. Desta forma, propõe-se que o PCA seja implementado na seguinte seqüência:

- Setorização do consumo;
- Remodelagem do sistema de reservação;
- Controle da pressão no sistema hidráulico;
- Consumo humano;
- Limpeza / lavagem de pisos e equipamentos;
- Torres de resfriamento / condensadores e arrefecimento de motores;
- Caldeiras;
- CIP;
- ETE.

6.2.10. Discussão do estudo de viabilidade da indústria de laticínios

Neste estudo de caso o maior beneficiário pela implantação do PCA é a própria indústria. De uma maneira geral, as indústrias se motivam por implantar um PCA devido aos seguintes fatores:

- Economia de água;
- Economia de outros insumos: energia, produtos químicos;
- Redução de custos operacionais e de manutenção corretiva com estabelecimento de políticas preventivas;
- Aumento da disponibilidade de água, proporcionando crescimento de produção sem necessariamente gerar incremento de custos em captação e tratamento;

- Agregação de valor aos produtos, principalmente neste caso, onde a água é inclusive matéria prima;
- Redução do efeito da cobrança pelo uso da água;
- Melhoria da imagem e política do grupo junto á sociedade.

Porém para o sucesso de qualquer projeto a ser implantado, faz-se fundamental o estímulo da alta direção. Neste caso havia uma grande motivação por parte da gerência de meio ambiente, porém nos demais setores havia sérios questionamentos a respeito da viabilidade do projeto.

Ficou claro um imediatismo muito grande por parte de alguns profissionais da área técnica desta indústria que preferiam solucionar seu problema de ineficiência da ETE com a proposição de um novo projeto de expansão, apresentando uma solução para o problema, porém sem eliminar sua causa real.

Além disto, a falta de gestão e domínio dos processos com relação ao uso da água demonstra que neste caso, além das questões técnicas, há uma grande necessidade de se investir nos recursos humanos com capacitação, treinamentos específicos, elaboração de procedimentos e monitoramento de indicadores.

A primeira etapa de implantação deste PCA iniciou-se com este estudo de caso que demonstrou a importância de se obter um diagnóstico da situação atual para subsidiar a tomada de decisões.

A ordem de grandeza dos investimentos a serem feitos não foi maior do que o estimado para a duplicação da ETE que segundo informações, superava em mais de 50% os valores estimados com a implantação do PCA.

Além disto, cabe ressaltar a dificuldade de se discutir viabilidade econômica quando a água é entendida como insumo disponível e gratuito. Apesar desta indústria possuir um custo mensal de captação e tratamento, estes dados não são computados de maneira efetiva. Como não há conta emitida como no caso de uma ligação de concessionária, o custo é absorvido e desprezado, o que dificulta ainda mais a discussão e análise dos dados.

Cabe ainda dizer que os cenários propostos poderiam ser ainda mais complexos, principalmente no que diz respeito ao uso de fontes alternativas de água, porém, optou-se por ações mais simples e emergenciais devido às más condições dos sistemas hidráulicos, devido à falta de domínio do uso da água e por questões econômicas. Traçou-se como estratégia, sugerir uma etapa de ações mais simples, porém com impactos significativos, de tal forma a gerar investimentos para novas intervenções mais complexas e onerosas.

6.3. Estudo de caso 3: Aeroporto

Este estudo de caso faz parte de um plano estratégico de ações, em desenvolvimento pela Infraero, para o estabelecimento de uma Política de Gestão Ambiental em todos os aeroportos de sua responsabilidade. Como uma primeira etapa de atuação, estão sendo desenvolvidos estudos de viabilidade técnica e econômica de seus aeroportos que possuem por objetivo apresentar um diagnóstico de seus aeroportos quanto ao uso da água e a proposição de ações técnicas e comportamentais que visem a máxima redução do consumo de água.

Será detalhado a seguir um estudo de caso elaborado para um aeroporto da região Norte do país. A data base de referência dos valores monetários é maio de 2004.

6.3.1. Características do aeroporto

O Aeroporto em estudo está implantado em uma área de 3.350.767,05 m². É composto pelas seguintes edificações: Incinerador; Gerador; Manutenção; SCI; Administração; TPS; GNA; BR; Terminal de Carga da TAM; Manutenção TAM; HANGAR JUTA; IVAL Táxi Aéreo; Portaria Guarita.

A equipe da INFRAERO atuante no local é composta por 19 funcionários. Outros 149 funcionários, de empresas terceiras, são responsáveis por parte dos serviços do Aeroporto.

6.3.2. Levantamento de campo

As informações e documentos necessários foram disponibilizados pelo Gerente do Aeroporto, que também viabilizou a visita às instalações. Foram vistoriadas todas as instalações das edificações do Aeroporto, bem como o sistema de captação e tratamento de água e de disposição de efluentes, além do sistema de irrigação existente.

6.3.3. Fontes Abastecedoras

O Aeroporto é abastecido apenas por poços artesianos. Existem dois poços, sendo que um está desativado, cabendo ao outro todo o abastecimento. Os dois poços são interligados por uma tubulação de PVC. Não é feito qualquer tipo de tratamento da água proveniente dos poços.

Figura 6. 31: Sistema de Abastecimento.

6.3.4. Sistema de Reserva de Água

Existem no Aeroporto 4 reservatórios de água potável, todos moldados in-loc. Existe também um reservatório pré-moldado de 1.000 l, de poliéster com fibra, localizado na cobertura da edificação do SCI, que abastece todos os pontos de consumo desta edificação.

A água recalcada do poço artesiano em operação segue diretamente para um reservatório inferior geral, enterrado com capacidade de armazenamento de 60 m^3 . Através de um sistema de recalque a água é conduzida do reservatório inferior geral até o reservatório superior geral. O reservatório superior geral é uma torre, totalizando um volume armazenado de 30 m^3 .

Figura 6.32: **Reservatório Superior Geral**

Do reservatório superior geral, sai uma única tubulação para alimentação do Aeroporto. Esta tubulação abastece todos os pontos de consumo, o reservatório pré-moldado da edificação do SCI e o reservatório superior do SCI. A alimentação dos pontos de consumo do Aeroporto é feita por gravidade a partir do reservatório superior geral.

O reservatório superior do SCI tem apenas uma célula, com volume armazenado de 20 m^3 , e alimenta dois pontos de abastecimento dos tanques dos caminhões de combate a incêndio do SCI.

Segundo informação fornecida, optou-se recentemente pela construção de um reservatório inferior no SCI para aumento da capacidade de armazenamento. Este reservatório foi construído na entrada da área cercada onde ficam localizados os poços e os reservatórios gerais.

Existe uma ligação entre o reservatório inferior geral e o reservatório inferior do SCI, feita através de um tubo de PVC enterrado (sistema por vasos comunicantes). Dessa forma, o nível de água do reservatório inferior do SCI é sempre o mesmo do nível de água do reservatório inferior geral.

Os caminhões do SCI podem inserir uma mangueira através do alçapão de acesso ao reservatório, por onde a água pode ser bombeada para os tanques. Esta configuração de abastecimento é utilizada apenas em casos de emergência, ou quando se deseja colocar as bombas dos caminhões em funcionamento.

6.3.5.Sistema de Tratamento de Água

Não há tratamento específico da água proveniente das fontes de abastecimento do Aeroporto e que abastecem os reservatórios. No entanto, foi solicitada uma análise recente da qualidade da água subterrânea, cujo laudo bacteriológico apontou que as águas possuem excelente condição e estão de acordo com a Portaria 1469 do Ministério da Saúde.

Porém, por ser uma fonte alternativa de água, há necessidade de sistematizar a coleta de amostras para análise não somente dos poços, como de pontos de consumo aleatórios e de reservatórios.

6.3.6.Condições Gerais do Sistema de Reservatórios e Análise Crítica

Não há um sistema implantado para controle da limpeza dos reservatórios. O reservatório inferior geral não apresenta uma vedação adequada contra a intrusão de sujeira e de pequenos animais e insetos.

Há dois acessos para o reservatório inferior, dentro de um abrigo, com portas venezianas ventiladas. O nível do piso deste abrigo é mais elevado que o piso externo, o que evita a contaminação da água no caso de alagamento da área (área baixa e pantanosa).

No entanto, as tampas dos acessos ao reservatório não são totalmente estanques, uma vez que a tubulação de sucção deste reservatório adentra os acessos.

Outro problema verificado é a inexistência de separação física das paredes dos reservatórios enterrados no solo. Deve-se lembrar que a norma brasileira da ABNT, NBR 5626/98 – Instalação Predial de Água Fria, indica: “Em princípio um reservatório para água potável não deve ser apoiado no solo, ou ser enterrado total ou parcialmente, tendo em vista o risco de contaminação proveniente do solo, face à permeabilidade das paredes do reservatório ou qualquer falha que implique a perda da estanqueidade. Nos casos em que tal exigência seja impossível de ser atendida, o reservatório deve ser executado dentro de compartimento próprio, que permita operações de inspeção e manutenção, devendo haver um afastamento, mínimo, de 60cm entre as faces internas do compartimento.”

O reservatório inferior do SCI foi executado contra a indicação da norma, assim como o reservatório inferior geral não contempla uma característica a favor da segurança contra contaminação.

6.3.7. Macrofluxos de Abastecimento de Água

A Figura 6.33 apresenta o macrofluxo de abastecimento de água do aeroporto, mostrando a sua alimentação por meio de poços artesianos.

Figura 6.33: Conjunto de Reservatórios Gerais

6.3.8. Macrofluxos de Distribuição da Água

As Figuras 6.34 e 6.35 apresentam o macrofluxo de distribuição de água do aeroporto, apresentando detalhes da localização dos hidrômetros existentes.

Figura 6.34: Sistema de distribuição – Parte 1

Figura 6.35: Sistema de distribuição – Parte 2

Para efeito de organização dos dados coletados, o Aeroporto foi subdividido em áreas, segundo a seguinte classificação:

Tabela 6.14: Setores do aeroporto

Áreas	Descrição
A	Incinerador/Gerador/Manutenção
B	SCI / Administração
C	TPS
D	GNA / BR / CIAS AÉREAS / PORTARIA

- Área A (Incinerador/gerador/manutenção):
 - Origem da água: Reservatório Superior Geral;
 - Utilização: Consumo humano;
 - Usuários: Funcionários.

- Área B: SCI / Administração
 - Origem da água: Reservatório Superior Geral;
 - Utilização: Consumo humano (aparelhos sanitários);
 - Usuários: Funcionários.

- Área C: TPS:
 - Origem da água: Reservatório Superior Geral;
 - Utilização: Consumo humano;
 - Usuários: Funcionários, Passageiros e Visitantes.

- Área D: GNA / BR / CIAS AÉREAS / PORTARIA:
 - Usuários: Funcionários INFRAERO/ Funcionários de Outras Empresas.
 - Origem da água: Reservatório Superior Geral;Utilização: Consumo humano (Aparelhos Sanitários).

6.3.9.Irrigação

A área de jardins foi dividida em interna (dentro da área cercada do Aeroporto) e externa (fora da área cercada do Aeroporto). O jardim é regado pelos próprios funcionários da equipe de limpeza terceirizada.

O jardim é extremamente pequeno, tanto na parte interna como na externa. No verão se rega uma vez ao dia, pela manhã, com mangueira no jardim interno e com balde no jardim externo, próximo ao estacionamento (área entre o saguão do TPS e o estacionamento).

6.3.10. Lanchonete

A lanchonete é pequena e não possui procedimentos de preparo de refeições. Há no máximo preparo de café.

6.3.11. Companhias Aéreas

Como em outros aeroportos, as áreas locadas às companhias aéreas (TAM, Táxi aéreo, BR, etc.) estão muito degradadas, tanto em relação aos acabamentos, como no que diz respeito aos equipamentos, geralmente de péssima qualidade, com grande probabilidade de ocorrência de vazamentos e desperdícios.

6.3.12. Limpeza de ambientes

Toda a equipe de limpeza do Aeroporto é terceirizada. São no total 9 funcionários (contando a encarregada), sendo que existem no máximo 6 funcionários simultaneamente no decorrer do dia e 2 à noite.

Não há qualquer procedimento de limpeza formalizado, sendo que a rotina é mantida pela encarregada da equipe:

- Lavagem dos sanitários públicos do TPS: uma vez ao dia, com o uso de mangueiras com gatilho, sendo estimado um tempo médio de 20 minutos por sanitário do TPS;
- Saguão do TPS: pano úmido duas vezes ao dia, utilizando cerca de 5 baldes de 10 litros de água por limpeza;
- Lavagem dos sanitários da parte nova do TPS (desembarque): não há torneira de lavagem, assim, a limpeza é feita com o uso de baldes de água, estimando-se a utilização de 3 baldes de 10 litros para cada sanitário, uma vez ao dia;
- Calçada: lavada com mangueira uma vez por semana, cerca de 20 minutos por vez.

6.3.13. Lavagem de veículos

A lavagem de viaturas ocorre todo sábado. São lavados 4 veículos e 2 tratores, das 08:00 h às 12:00h. É utilizada uma bomba Wayne de pressurização que permanece ligada durante todo o período de lavagem, com a presença de jato de água (vazão de 1,5 m³/h).

6.3.14. SCI

Há 3 caminhões para combate a incêndio no SCI, dois com capacidade para armazenar de 3m³ e outro para 1,5m³.

A cada troca de turno, os sistemas dos caminhões são testados. Estima-se que no máximo duas vezes por mês seja perdido o volume de água armazenado em cada caminhão devido aos testes.

6.3.15. Equipamentos Hidráulicos

As tabelas 6.15 a 6.18 que se seguem apresentam os equipamentos hidráulicos cadastrados no levantamento de campo:

Tabela 6.15: Área A (Incinerador/gerador/manutenção):

Edificação	Ambiente	Equipamentos	Qtd
Incinerador	Sanitário	Ducha com registro pressão	1
		Torneira de lavagem	1
Gerador		Torneira de Jardim	1
Manutenção	Vestiário	Torneira de Lavagem de Plástico	1
		Lavatório Convencional sem arejador	2
		Mictório individual com Registro de Pressão	2
		Bacia Sanitária com Caixa Montana	2
		Ducha com Registro de Pressão	2

Tabela 6.16: **Área B (SCI / Administração)**

Edificação	Ambiente	Equipamentos	Qtd
SCI	Sanitário	Lavatório Convencional sem arejador	2
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga sem Manopla	2
		Mictório individual com Registro de Pressão	1
		Ducha com Registro de Pressão	2
	Sanitário	Lavatório Convencional sem arejador	1
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	1
		Ducha com Registro de Pressão	1
	Cozinha	Pia Convencional sem Arejador	1
Administração	Copa	Pia Convencional sem Arejador	1
		Filtro com Registro de Pressão	1
	Sanitário Feminino	Lavatório Convencional sem arejador	1
		Lavatório Convencional com arejador	1
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	2
	Sanitário Masculino	Lavatório Convencional sem arejador	2
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	2
	Sanitário Gerência	Lavatório Convencional sem arejador	1
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	1

Tabela 6.17: **Área C (TPS):**

Edificação	Ambiente	Equipamentos	Qtd
TPS	Sanitário Feminino Desembarque	Mictório individual com Válvula Hidromecânica Oriente	1
		Lavatório Convencional com Arejador Decamatic	2
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga 6L	2
		Ducha Higiênica com Registro de Pressão	2
	Sanitário Masculino Desembarque	Lavatório Convencional com Arejador Decamatic	2
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga 6L	2
		Ducha Higiênica com Registro de Pressão	2
	Sanitário Deficiente Desembarque	Lavatório Convencional com Arejador Decamatic	1
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga 6L	1
		Ducha Higiênica com Registro de Pressão	1
	Sanitário Masculino Saguão	Lavatório Convencional com Arejador	1
		Lavatório Convencional sem Arejador	2
		Mictório Individual com Registro de Pressão	4
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga 12L	3
		Torneira de Lavagem	1

Continuação da **Tabela 6.17: Área C (TPS):**

TPS	Sanitário Feminino Saguão	Lavatório Convencional com Arejador	2
		Lavatório Convencional sem Arejador	1
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	3
		Torneira de Lavagem	1
	Corredor Saguão	Bebedouro	1
	Sanitário Deficiente Desembarque	Lavatório Convencional com Arejador	2
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	2
	Fraldário	Lavatório Convencional com Arejador	1
		Torneira de Lavagem	1
	Lanchonete	Pia Convencional sem Arejador	1
		Pia com Torneira de Plástico sem Arejador	1
	Sanitário Lanchonete	Lavatório Convencional com Arejador	1
		Ducha com Registro de Pressão	1
		Bacia Sanitária com Caixa Elevada	1

Tabela 6.18: **Área D (GNA / BR / CIAS AÉREAS / PORTARIA):**

Edificação	Ambiente	Equipamentos	Qtd
GNA	Sanitário Masculino	Mictório Individual com Registro de Pressão	1
		Lavatório Convencional com Arejador	1
		Bacia Sanitária com Válvula de Descarga 12L	2
		Ducha com Registro de Pressão	1
	Sanitário Feminino	Lavatório Convencional sem Arejador	1
		Bacia Sanitária com Caixa Elevada	1
	Copa	Pia com Torneira de Plástico sem Arejador	1
		Filtro	1
BR	Sanitário	Lavatório Convencional sem Arejador	1
		Bacia Sanitária com Caixa Acoplada 12L	1
		Ducha com Registro de Pressão	1
	Laboratório	Pia Convencional com Arejador	1
	Externo	Torneira de Lavagem de Plástico	1
		Chuveiro de Emergência	1
		Lava Olhos	1
Terminal Cargas TAM	Externo	Torneira de Jardim de Plástico	1
	Sanitário	Lavatório Convencional com Arejador	1
		Bacia Sanitária com Caixa Elevada	1
		Ducha com Registro de Pressão	1

Continuação da **Tabela 6.18:** Área D (GNA / BR / CIAS AÉREAS / PORTARIA):

Casa Táxi Aéreo IVAL	Sanitário	Lavatório com Torneira Plástica sem Arejador	1
		Bacia Sanitária com Caixa Elevada	1
		Ducha com Registro de Pressão	1
	Externo	Torneira de Jardim	1
Manutenção TAM	Sanitário	não houve vistoria	
Hangar JUTA	Sanitário	Lavatório Convencional com Arejador	1
		Bacia Sanitária com Caixa Acoplada 6L	1
		Ducha com Registro de Pressão	1
	Sanitário VIP	não houve vistoria	
	Externo	Torneira de Jardim	2
Portaria/Guarita	Sanitário	Lavatório com Torneira Plástica sem Arejador	1
		Bacia Sanitária com Caixa Acoplada 12L	1

6.3.16. Águas Pluviais

As coberturas das edificações não apresentam condutores verticais de águas pluviais, sendo que a água de chuva é lançada livre da cobertura no piso.

A área de estacionamento também não apresenta sistema de captação de águas pluviais, sendo que há apenas escoamento superficial, até a Rodovia Transamazônica. A área de pista e pátio do Aeroporto apresenta 3 canaletas de drenagem de águas pluviais.

6.3.17. Disposição de Efluentes

Segundo informações fornecidas pelo Gerente do Aeroporto há fossas sépticas para a disposição final dos efluentes gerados, formadas por uma primeira caixa onde ocorre a disposição do material sólido e em seguida um poço drenante, onde ocorre a absorção do líquido proveniente da fossa séptica. São 2 fossas que atendem ao TPS, GNA, Administração, SCI e Manutenção.

As demais edificações possuem fossas negras próprias, uma para cada edificação: BR, Terminal de Cargas da TAM, Manutenção do Táxi Aéreo IVAL/SETE, Manutenção da TAM e Hangar Junqueira Táxi Aéreo (5 fossas negras no total).

6.3.18. Sistema de condicionamento de ar

Não existe sistema de condicionamento de ar central, apenas aparelhos de janela.

6.3.19. Sistema de medição do consumo

Há 2 hidrômetros instalados, cuja leitura está sob a responsabilidade dos fiscais de pista:

a) Hidrômetro H01 - Consumo do Aeroporto

Fabricante	LAO Modelo: Woltman - Q_{nom} : 30m ³ /h
Localização	Caixa de alvenaria enterrada, próxima ao reservatório superior geral
Condições da peça	Péssima, condensação no interior do relógio, sem escala
De onde vem a água	Reservatório superior geral
Para onde vai a água :	Edificações do aeroporto, reservatório superior do SCI e reservatório pré-moldado do SCI

b) Hidrômetro H02 – Abastecimento do Reservatório Inferior do SCI

Fabricante	ABB Modelo: Woltman Q_{nom} : 30m ³ /h
Localização	Caixa de alvenaria enterrada, entre o reservatório inferior geral e o reservatório inferior do SCI
Condições da peça	Boa, peça relativamente nova
De onde vem a água	Reservatório inferior geral
Para onde vai a água :	Reservatório inferior do SCI

A rotina de medição estabelecida é de leitura mensal, no início de cada mês, desde o ano de 2002, pelo responsável de Manutenção. Este responsável encontra-se afastado há algum tempo por problemas de saúde e segurança do trabalho e a leitura vem sendo feita pelo responsável pela Manutenção de Elétrica.

Os dados são armazenados em planilha excel, que permanece no Aeroporto. A gestão dos dados coletados é feita pelo responsável pela Manutenção.

Um dos hidrômetros está localizado em uma caixa de alvenaria enterrada, na saída da tubulação de alimentação do Aeroporto, que sai do reservatório superior geral.

A caixa de alvenaria não apresenta tampa, estando o hidrômetro totalmente exposto ao tempo. O outro hidrômetro está localizado em uma caixa de alvenaria enterrada, na tubulação de interligação do reservatório inferior geral e o reservatório inferior do SCI. Esta caixa de alvenaria possui tampa de concreto, no entanto, a mesma não está bem vedada.

6.3.20. Perdas Físicas

Verificou-se significativo volume de vazamentos nas tubulações entre os poços e o reservatório inferior geral. Existe um vazamento de grandes proporções na tubulação entre o reservatório inferior e o superior geral. O vazamento ocorre na tubulação de recalque enterrada e sob a laje periférica da torre do reservatório superior. A água “brota” da interface solo x laje continuamente e em grande volume (não foi possível estimar a vazão deste vazamento).

Figura 6.36: Vazamento na Tubulação Entre o Reservatório Inferior e o superior Geral

Outro ponto de vazamento verificado foi uma junta da tubulação de recalque, no trecho vertical aparente desta tubulação.

Verificou-se ainda, que deve haver algum problema com o sistema de bóias que aciona a bomba de recalque do poço ao reservatório inferior geral. A água jorra intermitentemente pela tubulação de extravasão que deságua na canaleta de drenagem. A vazão é diminuída quando o sistema de recalque entra em funcionamento.

Assim, parece que a bomba do poço fica ligada constantemente. A extravasão do reservatório inferior geral é constituída por um tubo de PVC, Ø1". Segundo medições feitas no local, a vazão média aproximada neste ponto de perda é de $4\text{m}^3/\text{h}$. As tabelas abaixo caracterizam as perdas físicas identificadas durante a vistoria realizada:

Tabela 6.19: **Área B (SCI / Administração)**

Edificação	Aparelho / Local	Tipo de Vazamento	Característica
Administração	Lavatório / sanitário feminino	Ver descrição	
	Lavatório / sanitário feminino		
SCI	Mictório individual com registro de pressão	Registro aberto continuamente	Escoamento contínuo

Tabela 6.20: **Área C (TPS):**

Edificação	Aparelho / Local	Tipo de Vazamento	Característica
TPS	4 mictórios individuais com registro de pressão / sanitário masculino do saguão	Registro aberto continuamente	Escoamento contínuo
	Bacia sanitária com caixa elevada / sanitário da lanchonete	caixa quebrada - água passa direto para a bacia	Escoamento contínuo

Tabela 6.21: **Área D (GNA / BR / CIAS AÉREAS / PORTARIA)**

Edificação	Aparelho / Local	Tipo de Vazamento	Característica
Guarita da Portaria	lavatório / sanitário	Ver descrição	
GNA	2 mictórios individuais com registro de pressão / sanitário masculino	Registro aberto continuamente	Escoamento contínuo
Hangar da JUTA	torneira de jardim	Vazamento na junção do cotovelo com o tubo vertical	Filete pequeno

Foram medidas as vazões de água dos seguintes pontos de vazamentos:

- Torneira do lavatório do sanitário feminino da edificação da Administração da INFRAERO (Área B):
 - Descrição do vazamento: escoamento constante através da bica da torneira;
 - Motivo: desgaste dos componentes vedantes da torneira;
 - Correção: substituição do reparo dos componentes vedantes;
 - Vazão medida do vazamento: 16,8 litros/h.

- Torneira do lavatório do sanitário feminino da edificação da Administração da INFRAERO (Área B)
 - Descrição do vazamento: escoamento constante através da bica da torneira;
 - Motivo: desgaste dos componentes vedantes da torneira;
 - Correção: substituição do reparo dos componentes vedantes;
 - Vazão medida do vazamento: 3,4 litros/h.

- Torneira do lavatório do sanitário da guarita da portaria (Área D)
 - Descrição do vazamento: gotejamento constante através da bica da torneira;
 - Motivo: desgaste dos componentes vedantes da torneira;
 - Correção: substituição do reparo dos componentes vedantes;
 - Vazão Medida do Vazamento: 2,4 litros/h.

6.3.21. Pressões no Sistema Hidráulico

Como a pressão do sistema de distribuição é função da altura manométrica da lâmina d'água existente nos reservatórios de abastecimento, o sistema como um todo não apresenta problemas relativos a excesso de pressão, em função desta forma de abastecimento. As edificações que apresentam reservatório pré-moldado na cobertura apresentam pressões relativamente baixas e no limite para o funcionamento dos aparelhos sanitários de forma adequada.

A pressão estática da água no sistema de distribuição encontra-se em torno de 15 mca, pressão esta que a princípio não causa desconforto aos usuários e nem desperdícios relacionados a pressões excessivas. Deve-se lembrar ainda, que a pressão dinâmica é menor, uma vez que existe a perda de carga da tubulação.

6.3.22. Gestão da Água

A equipe da INFRAERO no Aeroporto está sob a responsabilidade de um gerente que conta com duas encarregadorias. A Encarregadoria de Operações e Navegação é a responsável pela área de manutenção.

A área de manutenção tem dois funcionários, sendo um responsável pela área de elétrica/eletrônica e o outro pela área de serviços gerais.

Não há qualquer política de gestão implantada na área de manutenção, assim como não existem procedimentos formalizados.

Quem faz o controle e a fiscalização dos serviços executados é o Encarregado de Operações. A cada necessidade apresentada, o funcionário da manutenção é acionado pelos vários setores do Aeroporto. As solicitações são informais e os registros não confiáveis. Não existe qualquer política de manutenção preventiva.

Existe um arquivo de Projetos impressos no Aeroporto, mas aparentemente desatualizado. A Encarregadoria de Operações e Navegação é a fiel depositária dos Projetos existentes no Aeroporto.

É feito anualmente um planejamento para o treinamento de funcionários, segundo as necessidades apresentadas. Em geral os responsáveis por manutenção não recebem qualquer tipo de treinamento periódico (às vezes o de elétrica/eletrônica faz, mas o de serviços gerais não).

6.3.23. Setorização do Consumo de Água

6.3.23.1. Monitoramento do Consumo de Água

O Sistema de Água do Aeroporto contém 2 hidrômetros de leitura visual, sendo muito limitada a gestão do consumo de água, implicando em deficiência quanto à detecção de perdas físicas invisíveis, bem como, quanto à possibilidade de avaliação dos perfis de consumo de água de cada área e/ou equipamento com consumo significativo.

A forma de registro de consumo é inadequada para um sistema de Gestão, devendo ser reformulada, assim como a frequência de leituras.

Entre a população do Aeroporto, por exemplo, o consumo se divide entre os funcionários da INFRAERO, funcionários das companhias aéreas e lanchonete, entre outros. No entanto, não há qualquer forma de medição dos consumos de cada um destes consumidores, não sendo possível a gestão da água nestes setores.

Em função do levantamento de campo realizado foi proposto um sistema de medição individualizada do consumo com base no uso da água em cada setor identificado como potencial consumidor, utilizando as tubulações de água potável já existentes.

Dado o tamanho do Aeroporto, com pequenas distâncias entre as edificações, o sistema proposto inicialmente é apenas de leitura visual, mas os hidrômetros deverão possuir saída pulsada para posterior instalação de um sistema de medição remota.

Se houver interesse neste momento, o sistema de medição remota já poderá ser incorporado ao Aeroporto, através de cabeamento (pequenas distâncias), com a locação de uma central na área da Administração da INFRAERO, na qual o Gestor de Água da INFRAERO poderá, uma vez estabelecidos os perfis de consumo,

acompanhar o consumo dos diversos setores do Aeroporto on-line. Poderá ainda esta central de medição ser facilmente integrada à internet, possibilitando que outro Gestor, em outra localidade, acompanhe os consumos deste Aeroporto e, futuramente, possa comparar os consumos entre vários outros sistemas implantados.

A individualização do consumo foi planejada em função dos maiores consumidores do Aeroporto e em função de usos específicos que podem apresentar interesse no sentido da Gestão da água.

O intuito da implantação de hidrômetros nos setores é de também, a partir do estabelecimento dos perfis de consumo e indicadores, evitar possíveis desperdícios, além de facilitar e agilizar eventuais intervenções.

Vários consumidores de água do Aeroporto encontram-se em áreas de terceiros (Petrobrás, lanchonete, hangares, entre outros). Uma vez setorizado o consumo de água do Aeroporto, torna-se possível uma atuação efetiva da INFRAERO a favor da redução do consumo, uma vez que os diversos consumidores estarão claramente identificados.

Além disso, a individualização do consumo viabiliza a identificação e eventual cobrança das despesas relativas ao fornecimento de água que possam envolver custos de bombeamento (energia elétrica e manutenção de bombas), tratamento (energia elétrica e produtos químicos) e disposição final. Futuramente, após incorporada a cobrança pelo uso, serão ainda somados custos de captação, consumo e geração de efluentes.

6.3.23.2. Indicadores de Consumo de Água

Da forma como se encontra atualmente o sistema de monitoramento do consumo de água, não é possível definir indicadores eficientes.

O detalhamento de indicadores adequados e a identificação do perfil de consumo ótimo de cada área do Aeroporto somente poderão ser obtidos após a implantação do sistema de setorização.

6.3.23.3. Plano de Setorização do Consumo

O Plano de Setorização projetado para o Aeroporto previu a instalação de 17 hidrômetros para medição remota, além das adequações propostas nos hidrômetros existentes, sendo 11 destinados à monitoração de áreas de responsabilidade direta da INFRAERO e os 6 restantes para monitoração de áreas de terceiros.

O Plano de Setorização proposto compreende os seguintes grupos:

a) Grupo 1 (existente): poços artesianos

Hidrômetro	<i>Medição</i>
H01	Abastecimento da rede de distribuição de água – saída do reservatório superior (atual) ou na tubulação de recalque (sugerido)
H02	Abastecimento do reservatório inferior do SCI – interligação entre o reservatório inferior do SCI e o inferior geral

b) Grupo 2: áreas sob responsabilidade direta da INFRAERO e lanchonete do TPS.

Hidrômetro	Medição
H03	Áreas externas e edificações do incinerador e gerador
H04	Edificação da Manutenção
H05	Reservatório Superior do SCI
H06	Reservatório pré-moldado do SCI – abastece a edificação do SCI
H07	Edificação da Administração
H08	Terminal de Passageiros – TPS
H09	Área da Lanchonete
H10	Edificação do Grupamento de Navegação Aérea - GNA
H17	Sistema de Irrigação de Jardim

c) Grupo 3: áreas de terceiros.

Hidrômetro	Medição
H11	Área da BR (Petrobrás)
H12	Portaria
H13	Edificação do Terminal de Cargas da TAM
H14	Edificação da IVAL Táxi Aéreo e SETE
H15	Edificação da Manutenção da TAM
H16	Hangar da Junqueira Táxi Aéreo

O Plano de Setorização proposto considera os seguintes tipos de hidrômetros, com classe metrológica mínima “B” e pré-equipados com sistema de medição remota:

- 4 hidrômetro do tipo Unijato para instalação em tubulações de 3”;
- 3 hidrômetros do tipo Unijato para instalação em tubulações de 2”;
- 10 hidrômetros do tipo Volumétrico para instalação em tubulações de 3/4”.

Observação: embora não sejam conhecidos todos os diâmetros das tubulações enterradas e em locais de difícil acesso, os mesmos foram estimados em função das áreas a serem setorizadas e dos pontos de consumo existentes, para especificação do tipo de hidrômetro necessário.

Na composição de custos foram considerados os hidrômetros Unijato que substituirão os hidrômetros Woltmann existentes.

A tabela abaixo apresenta a estimativa de custo para o sistema de medição, com a substituição dos hidrômetros existentes, considerando-se o IPI e sem considerar custos de instalação:

Tabela 6.22: Estimativa de custos dos hidrômetros (base maio/2004).

Produto	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total com IPI (R\$)
Hidrômetro Volumétrico Ø3/4"	10	180,00	1.890,00
Hidrômetro Unijato Ø2"	3	1.270,00	4.000,50
Hidrômetro Unijato Ø3"	4	1.785,00	7.497,00
TOTAL			13.387,50

Estima-se o custo da instalação do sistema em torno de R\$3.400,00. Caso se opte pela aquisição do sistema de medição remota, o valor total deverá ser acrescido de R\$44.394,00 (R\$8.394,00 – equipamentos; R\$36.000,00 – software).

O sistema de medição remota previsto necessita de transmissão de dados via cabo e considerou a aquisição de software de gerenciamento, amplificadores de sinal e módulo de entrada de dados em microcomputador.

Caso a medição seja feita visualmente, propõe-se que seja definida uma rotina de medição, no mínimo semanal e preferencialmente sempre no mesmo dia e horário. Deverá também ser nomeado um Gestor de Água que receberá e registrará as leituras para verificação dos consumos resultantes daquela semana. Em função destes, o mesmo poderá decidir por fazer uma inspeção em uma determinada área, indicar uma intervenção, ou ainda, calcular os custos e valores a serem pagos pelos terceiros.

Estes dados devem ser enviados semanalmente ou mensalmente para a Encarregadoria de Atividades de Meio Ambiente, para que os consumos e indicadores possam ser comparados aos de outros aeroportos.

6.3.24. Avaliação da Demanda de Água

6.3.24.1. Estimativa da População

Para a estimativa do consumo de água da população adotou-se:

- População fixa: 168 funcionários (incluindo a equipe da INFRAERO e terceirizados);
- Passageiros: 6.578 passageiros por mês, estimado em função dos dados fornecidos pela INFRAERO, de janeiro a dezembro de 2003;
- Visitantes: 657 visitantes/mês, adotando-se a proporção de 1 visitante a 10 passageiros.

6.3.24.2. Estimativa do Consumo de Água

O consumo de água do Aeroporto se divide basicamente entre os seguintes consumidores:

- População (funcionários, passageiros e visitantes);
- Limpeza de áreas internas e externas;
- Lavagem de veículos;
- SCI;
- Perdas visíveis;
- Irrigação.

6.3.24.3. Consumo da população

- 168 funcionários: considerado consumo de 50 litros/dia.Funcionário;
- Considerado 100% de funcionários de segunda a sexta e 40% aos sábados e domingos;
- Consumo = 211,68 m³/mês.

- 7235 passageiros/visitantes:
- Considerado consumo de 15 litros/pessoa;
- Considerado que 60% das pessoas utilizam os sanitários;
- Consumo = $65,11 \text{ m}^3/\text{mês}$.

O Consumo da população é de $277 \text{ m}^3/\text{mês}$.

6.3.24.4. Limpeza das áreas internas/externas

O consumo de água para limpeza dos ambientes divide-se em:

- Sanitários TPS:
 - 1 vez ao dia;
 - 20 minutos por sanitário;
 - 4 sanitários;
 - utilização de mangueira ($0,2 \text{ l/s}$);
 - consumo: $28,8 \text{ m}^3/\text{mês}$.
- Sanitários desembarque TPS:
 - 1 vez ao dia;
 - 2 sanitários;
 - 3 baldes de 10 litros por sanitário;
 - consumo: $1,8 \text{ m}^3/\text{mês}$.
- Saguão do TPS:
 - Duas vezes ao dia;
 - 5 baldes de 10 litros por limpeza;
 - consumo: $3 \text{ m}^3/\text{mês}$.

- Calçada:
 - uma vez por semana;
 - com mangueira (0,2 l/s);
 - 20 minutos por limpeza;
 - consumo: 1 m³/mês.

O Consumo de água para limpeza de áreas internas/externas é de 35 m³/mês.

6.3.24.5. Lavagem de veículos

- Lavagem aos sábados;
- 4 horas por lavagem;
- sistema pressurizado (1,5 m³/h);

O Consumo da lavagem de veículos é de 24 m³/mês.

6.3.24.6. SCI

- Teste do sistema a cada troca de guarnição;
- Estimado o esvaziamento dos tanques 2 vezes ao mês;
- 2 caminhões com 3 m³ cada e 1 caminhão com 1,5 m³;
- Consumo do SCI: 15 m³/mês.

6.3.24.7. Perdas visíveis

- Perdas estimadas conforme Tabela 6.23.

Tabela 6.23: **Estimativa de perdas físicas visíveis**

Tipo de perda	Ocorrências	Volume (l/dia)	Perda (m ³ /mês)
Filete pequeno	5	114	17,1

- Perdas medidas conforme Tabela 6.24.

Tabela 6.24: **Estimativa de perdas físicas visíveis mediadas em campo**

Localização	Volume	Perda (m ³ /mês)
Reservatório inferior geral	4 m ³ /h	2.880
Sanitário feminino - Administração	16,8 l/h	12
Sanitário feminino - Administração	3,4 l/h	2,5
Sanitário- Guarita	2,4 l/h	1,73

- Consumo perdas visíveis: 2.913 m³/mês.

6.3.24.8. Irrigação

- Periodicidade: 1 rega/dia com mangueira
- Estimado 60 min/regas
- Durante 9 meses/ano;
- Considerada vazão de 0,2 l/s;
- Consumo irrigação: 16 m³/mês.

Observação: a análise dos índices pluviométricos fornecidos (de janeiro/2001 a maio/2002) indicou que a quantidade de chuva local supera os 6 mm/dia necessários para irrigação durante 3 a 4 meses por ano. Assim, considerou-se que a rega do jardim interno não se realize durante os 12 meses do ano. Para efeito de cálculo do consumo de água adotou-se a rega durante 9 meses por ano.

6.3.24.9. Distribuição do Consumo

O consumo mensal de água do Aeroporto distribui-se conforme os valores apresentados na tabela abaixo:

Tabela 6.25: **Consumo Mensal de Água**

Atividade	Consumo de Água (m ³ /mês)
População	277
Limpeza de áreas internas/externas	35
Lavagem de veículos	24
SCI	15
Perdas visíveis	2.913
Irrigação	16
Total	3.280

Observações:

- O consumo atual real do Aeroporto é provavelmente bastante superior ao acima calculado, em função das grandes perdas de água verificadas e descritas, porém não medidas;
- A perda de água existente no reservatório inferior geral, medida em campo, desequilibra totalmente a distribuição do consumo entre as atividades consumidoras. Recomenda-se a imediata correção desta perda, aparentemente de simples execução pelo ajuste do sistema de bóias do reservatório;

Para efeito de análise dos maiores consumidores, a tabela 6.26 abaixo desconsiderou a perda no reservatório inferior geral:

Tabela 6.26: **Consumo mensal de Água após correção do Vazamento**

Atividade	Consumo de Água (m ³ /mês)
População	277
Limpeza de áreas internas/externas	35
Lavagem de veículos	24
SCI	15
Perdas visíveis	33
Irrigação	16
Total	400

A figura 6.37 abaixo ilustra a distribuição do consumo entre os diversos consumidores, desprezadas as perdas acima referidas:

Figura 6.37: **Distribuição do Consumo de Água**

Verifica-se que o maior consumidor de água do Aeroporto é a população (passageiros, funcionários e visitantes). Desta forma, as ações para redução terão como principal foco este consumo, para obtenção das reduções mais significativas.

Cabe a seguinte ressalva: o valor estimado para o consumo mensal de água não considera as perdas visíveis descritas e não medidas e nem a eventual existência de perdas invisíveis, o que significa que o consumo real deve ser superior ao estimado.

Entretanto, o valor estimado é significativo para a obtenção da distribuição do consumo entre as diversas atividades que utilizam água e para identificação dos maiores consumidores, devendo ser utilizado como orientação na seleção das ações que implicarão nas maiores reduções de consumo. A setorização do consumo de água do Aeroporto é a ferramenta adequada para iniciar a pesquisa e localização de perdas invisíveis, caso existam.

6.3.25. Avaliação da Oferta de Água

O Aeroporto é abastecido apenas por poços artesianos. Existem dois poços, sendo que um está desativado e o outro é responsável por todo o abastecimento.

Como todos os usos de água no Aeroporto são de consumo humano direto e com contato direto de seres humanos, devem ser garantidos os padrões de potabilidade para consumo humano estabelecidos pela legislação vigente (Portaria MS no 1469 de dezembro de 2000, do Ministério da Saúde).

Uma alternativa possível para fornecimento de água para o Aeroporto é a utilização das águas pluviais que, com quase nenhum ou pouco tratamento, pode substituir parte da água potável para atividades específicas.

Para a análise da oferta de água de chuva recomenda-se utilizar dados pluviométricos históricos pelo menos dos últimos 3 anos.

As simulações de possibilidades de captação e reserva de água de chuva realizadas utilizaram uma série de dados pluviométricos médios mensais do Posto Pluviométrico da Estação Meteorológica de Superfície, localizado no Aeroporto, fornecida pela INFRAERO, do ano de 2.001. Recomenda-se a expansão destes dados para refinamento dos resultados obtidos.

Em 2001, o índice pluviométrico total foi de aproximadamente de 1.506,9 mm, com chuva média mensal de 126 mm.

Considerando as coberturas do TPS, Administração e GNA, num total de 1.445 m² de área de captação, é necessária a instalação de 3 reservatórios pré-fabricados de 15 m³ cada para suprimento de uma demanda de 10 m³ mensais.

6.3.26. Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

Com a análise das informações obtidas, calculadas e/ou estimadas, foram elaboradas configurações possíveis para suprimento das necessidades de consumo de água do Aeroporto, sob a ótica da Conservação da Água, com foco nos maiores consumidores do Aeroporto. As alternativas propostas, apresentadas na forma de cenários, deverão ser analisadas conjuntamente para seleção daquelas de interesse e definição do PCA a ser implementado.

6.3.27. Cenário 1 – O Aeroporto atual

O consumo atual do Aeroporto encontra-se bastante superior ao abaixo apresentado, em função das grandes perdas de água, como a existente no reservatório inferior geral, medida em campo, o que desequilibra totalmente a distribuição do consumo (conforme gráfico abaixo) entre as atividades consumidoras.

Figura 6.38: **Distribuição do consumo de água atual (considerando a perda física)**

Para efeito de análise dos cenários, a tabela abaixo desconsidera a perda no reservatório inferior geral, apresentando a distribuição do consumo de água e o consumo total atual considerado para o desenvolvimento dos demais cenários de consumo de água.

Tabela 6.27: **Consumo Atual de Água**

Atividade	Consumo de Água (m ³ /mês)
População	277
Limpeza de áreas internas/externas	35
Lavagem de veículos	24
SCI	15
Perdas visíveis	33
Irrigação	16
Total	400

O Cenário 1 representa a condição atual de consumo de água do Aeroporto, como referência para comparações com a aplicação das intervenções propostas nos demais cenários.

Na condição atual de utilização, não há nenhum custo associado ao consumo de água ou ao lançamento de efluentes.

O gráfico abaixo apresenta os principais consumos de água.

Figura 6.39: **Distribuição do consumo de água atual (corrigida a perda física existente).**

6.3.28. Cenário 2 – Gestão / Redução de Perdas

O Cenário 2 considera:

- Setorização do consumo para viabilizar a Gestão da Água;
- Correção de perdas físicas.

6.3.28.1. Setorização do Consumo de Água

O valor estimado para implantação do sistema de monitoramento com leitura visual é de R\$ 17.000,00, incluindo a aquisição de hidrômetros e a instalação.

Para implantação do sistema eletrônico o valor estimado é de cerca de R\$ 62.000,00, dos quais R\$ 44.500,00 se referem à aquisição de software e da infra-estrutura do sistema remoto de medição.

6.3.28.2. Correção de Perdas Físicas

Considerando o consumo médio de 400 m³/mês e as perdas identificadas nas edificações do SCI e do TPS em torno de 33 m³/mês, a eliminação das perdas físicas visíveis deve levar o consumo mensal do Aeroporto a 367 m³/mês.

O valor estimado para correção das perdas identificadas é de R\$ 500,00. Cabe ressaltar que não foi considerada neste valor, a correção da perda de água do reservatório.

6.3.29. Cenário 3 – Otimização do Consumo

O Cenário III considera a utilização dos equipamentos hidráulicos mais adequados a cada uso e de dispositivos para controle/regulagem de pressões/vazões, em três níveis de atuação, com incremento tecnológico em cada nível.

Cabe ressaltar que a adequação dos equipamentos hidráulicos irá eliminar as perdas visíveis cadastradas (escoamento contínuo em bacias sanitárias e mictórios), eliminando-se o custo associado à correção das mesmas.

Deverá ser escolhido o nível da adequação de equipamentos hidráulicos que será implantado uma vez que os custos associados não são cumulativos (para adequação no nível 3, por exemplo, não é necessário computar os custos dos níveis 1 e 2).

6.3.29.1. Adequação de Equipamentos Sanitários – Nível 1

Este nível de atuação considera a substituição dos metais sanitários convencionais por metais do tipo hidromecânico, das bacias sanitárias de 12 litros por descarga para bacias de 6 litros por descarga e substituição das torneiras de lavagem convencionais por torneiras de acesso restrito:

Tabela 6.28: **Adequação de equipamentos hidráulicos – Nível 1.**

Ações Tecnológicas	Quantidade
Substituição de torneiras de lavatórios convencionais por hidromecânicas	25
Substituição dos registros de pressão dos mictórios por válvulas hidromecânicas	8
Substituição das bacias sanitárias com caixa acoplada de 12 litros por descarga por bacias sanitárias com caixa acoplada de volume reduzido (6 litros por descarga)	1
Substituição das bacias sanitárias de 12 litros por descarga para válvula de descarga por bacias sanitárias de volume reduzido (6 litros por descarga)	20
Caixa de descarga de embutir em parede, com regulagem para 6 litro por descarga	2
Caixa de descarga elevada, com regulagem para 6 litros por descarga	2
Substituição das torneiras de lavagem e de jardim por torneiras de acesso restrito	18
Introdução de restritor de vazão em duchas	8
Substituição das torneiras de pia sem arejadores por torneiras com arejadores	3

Comparando-se os consumos nominais dos equipamentos atualmente instalados aos consumos dos equipamentos propostos, estima-se uma redução de 159 m³ do consumo mensal de água da população, levando o consumo mensal do Aeroporto a 208 m³.

O valor estimado para aquisição dos componentes propostos é de R\$ 9.124,00.

Considerando que a maior parte do efluente gerado no Aeroporto é proveniente do consumo humano, este Cenário implica na redução da geração de efluentes em torno de 159 m³, gerando significativo impacto nas necessidades de tratamento de efluentes.

6.3.29.2. Adequação de Equipamentos Sanitários – Nível 2

O segundo nível de atuação na adequação de equipamentos sanitários considera, a introdução de uma tecnologia mais sofisticada no que diz respeito à economia de água, com a introdução de dispositivos com sensor de presença nos sanitários do TPS, pois estes são os de maior movimentação no Aeroporto:

Tabela 6.29: Adequação de equipamentos hidráulicos – Nível 2.

Ações Tecnológicas	Quantidade
Substituição de torneiras de lavatórios convencionais por hidromecânicas	10
Substituição dos registros de pressão dos mictórios por válvulas hidromecânicas	3
Substituição de torneiras de lavatórios convencionais por torneiras com funcionamento por sensor	15
Substituição dos registros de pressão dos mictórios por dispositivos de acionamento por sensor	5
Substituição das bacias sanitárias com caixa acoplada de 12 litros por descarga por bacias sanitárias com caixa acoplada de volume reduzido (6 litros por descarga)	1

Continuação da **Tabela 6.29**: Adequação de equipamentos hidráulicos – Nível 2.

Ações Tecnológicas	Quantidade
Substituição das bacias sanitárias de 12 litros por descarga para válvula de descarga por bacias sanitárias de volume reduzido (6 litros por descarga)	20
Caixa de descarga de embutir em parede, com regulagem para 6 litro por descarga	2
Caixa de descarga elevada, com regulagem para 6 litros por descarga	2
Substituição das torneiras de lavagem e de jardim por torneiras de acesso restrito	18
Introdução de restritor de vazão em duchas	8
Substituição das torneiras de pia sem arejadores por torneiras com arejadores	3

Comparando-se os consumos nominais dos equipamentos atualmente instalados aos consumos dos equipamentos propostos, estima-se uma redução de 165 m³ no consumo mensal de água da população, levando o consumo mensal do Aeroporto a 202 m³.

O valor estimado para aquisição dos componentes propostos é de R\$ 15.460,00. Considerando que a maior parte do efluente gerado no Aeroporto é proveniente do consumo humano, este Cenário implica na redução da geração de efluentes em torno de 165 m³, gerando significativo impacto nas necessidades de tratamento de efluentes.

6.3.29.3. Adequação de Equipamentos Sanitários – Nível 3

O terceiro nível de atuação na adequação de equipamentos sanitários considera, além da substituição dos equipamentos listados no nível 2, a introdução de uma tecnologia mais sofisticada no que diz respeito à economia de água, com a instalação do sistema de mictórios sem água.

Este tipo de equipamento, que não utiliza água para a descarga e transporte de efluentes, eliminando totalmente o consumo de água na operação.

Tabela 6.30: Adequação de equipamentos hidráulicos – Nível 3.

Ações Tecnológicas	Quantidade
Substituição de torneiras de lavatórios convencionais por hidromecânicas	10
Substituição de torneiras de lavatórios convencionais por torneiras com funcionamento por sensor	15
Substituição de todos os mictórios por mictórios sem água	9
Substituição das bacias sanitárias com caixa acoplada de 12 litros por descarga por bacias sanitárias com caixa acoplada de volume reduzido (6 litros por descarga)	1
Substituição das bacias sanitárias de 12 litros por descarga para válvula de descarga por bacias sanitárias de volume reduzido (6 litros por descarga)	20
Caixa de descarga de embutir em parede, com regulagem para 6 litro por descarga	2
Caixa de descarga elevada, com regulagem para 6 litros por descarga	2
Substituição das válvulas de descarga convencionais por válvulas de descarga de volume fixo de 6 litros/descarga	16
Substituição das torneiras de lavagem e de jardim por torneiras de acesso restrito	18
Introdução de restritor de vazão em duchas	8
Substituição das torneiras de pia sem arejadores por torneiras com arejadores	3

Comparando-se os consumos nominais dos equipamentos atualmente instalados aos consumos dos equipamentos propostos, estima-se uma redução de 179 m³ do consumo mensal de água da população, levando o consumo mensal do Aeroporto a 188 m³.

O valor estimado para aquisição dos componentes propostos é de R\$ 18.844,00. O volume mensal de efluentes gerado deve ser reduzido em cerca de 179 m³.

6.3.30. Cenário 4 – Adequação do Sistema de Pressurização para Lavagem de Veículos

Existem dois sistemas de pressurização para lavagem de veículos, o sistema de média e de alta pressão.

Um sistema de média pressão apresenta vazão na faixa de 26 a 42 litros/minuto, enquanto um sistema de alta pressão apresenta vazão em torno de 10 a 12 litros/minuto.

Em geral, a lavagem de veículos por um sistema de média pressão se dá de forma mais rápida que um sistema de alta pressão, no entanto, no sistema de alta pressão, sujeiras mais difíceis de serem removidas podem ser retiradas com mais facilidade.

Estima-se que o tempo gasto para a lavagem em um sistema de alta pressão seja aproximadamente 1,5 vezes maior que o tempo gasto para uma lavagem em um sistema de média pressão. Embora o tempo de lavagem seja maior, a vazão do sistema de alta pressão resulta em uma economia no volume final da lavagem de um veículo em relação ao sistema de média pressão.

O sistema de lavagem de veículos existente no aeroporto de Marabá é de média pressão. As características do equipamento são descritas abaixo:

- Sistema de Lavagem WAYNE
- Vazão nominal de 1,5 litros/hora; Média Pressão
- Este é um sistema antigo e já fora de fabricação e comercialização.

Este é um sistema antigo e em desuso. Como medida de adequação visando a economia de água nesta atividade, sugere-se a troca do sistema existente por um dos sistemas apresentados abaixo:

– JACTO LAV 8000

Pressão=1800lbf/pol2 (1280mca) – trifásico; 1550lbf/pol2 (1100mca) – monofásico

Q=10litros/minuto (monofásico); 11litros/minuto (trifásico)

Potência = 4CV (3F/220V); 3CV (2F/220V).

– JACTO MB 12 STD

Pressão=1600lbf/pol2 (1140mca) – trifásico; 1200lbf/pol2 (857mca) – monofásico

Q=12litros/minuto

Potencia = 4CV (3F/220V); 3CV (2F/220V)

O custo desta substituição é estimado em cerca de R\$ 2.600,00, gerando uma expectativa de redução de 10 m³/mês nesta atividade.

6.3.31. Cenário V – Utilização de Fontes Alternativas

6.3.31.1. Aproveitamento da água dos caminhões do SCI

Este cenário considera a implantação de sistema de coleta para aproveitamento das águas eliminadas pelos caminhões do SCI em testes e treinamentos. Como sugestão de reuso desta água, propõe-se o suprimento dos próprios caminhões do SCI. Desta forma, haverá uma redução de cerca de 15 m³ de água mensais no SCI.

O valor estimado para implantação deste sistema é de R\$ 9.000,00, considerando o custo referente à execução de um reservatório, conjuntos moto-bomba e painel de acionamento.

6.3.31.2. Utilização de Águas Pluviais

Este cenário considera a execução de um sistema para utilização de águas pluviais, que poderá ser utilizada em rega de jardins, lavagem de calçadas, lavagem de veículos, suprimindo cerca de 10 m³/mês, o que significa uma redução do consumo mensal do Aeroporto.

O custo estimado para a implantação do sistema é de R\$ 8.000,00, prevendo a execução de três reservatórios de água de chuva, a instalação de 1 filtro de água e a instalação de um sistema de pressurização.

6.3.32. Considerações Gerais

A tabela 6.31 abaixo apresenta um resumo das ações propostas.

Tabela 6.31: Resumo dos Cenários Propostos

Atividade	Consumo Atual	Cenário 2	Cenário 3 - nível 1	Cenário 3 - nível 2	Cenário 3 - nível 3	Cenário 4	Cenário 5.1	Cenário 5.2
Consumo Humano	277	277	118	112	98	98-112	98-112	98-112
Limpeza de áreas internas/externas	35	35	35	35	35	35	35	35
Lavagem de veículos	24	24	24	24	24	15	15	5
<i>SCI</i>	15	15	15	15	15	15	0	0
Perdas visíveis	33	0	0	0	0	0	0	0
Irrigação	16	16	16	16	16	16	16	16
Total	400	367	208	202	188	178	163	154-168

Cabe ressaltar que as ações propostas não são exclusivas, nem mesmo cumulativas. No entanto, com base na análise da distribuição do consumo atual do Aeroporto e seus maiores consumidores, foi proposta uma sequência de ações que atuassem de forma direta nestes consumidores, gerando impactos significativos, com viabilidade técnica.

Abaixo, a nova distribuição do consumo se considerada a implantação das ações descritas.

Figura 6.40: **Distribuição do consumo após aplicação do PCA**

Verifica-se que os maiores consumidores de água do Aeroporto com a implementação das ações propostas anteriormente modificaram-se para: população, limpeza de áreas e irrigação, com redução significativa na demanda de água necessária para a realização das mesmas, estimada da ordem de 59% a 62% do atual consumo.

6.3.33. Discussão do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

É possível verificar através do estudo de caso apresentado que os maiores usos de água neste caso específico, usuário institucional, foi a população. Neste caso, a atuação direta no consumo da população gera impactos significativos no consumo total de água.

Muitas vezes, a tipologia em estudo já possui equipamentos hidráulicos apropriados ao uso a que se destinam, sendo mais complexa a atuação para redução do consumo.

No entanto, neste aeroporto a eliminação das perdas físicas gerou uma alteração no gráfico de distribuição de consumo, mostrando então que a população era a maior consumidora, indicando que uma atuação direta geraria impacto de redução no consumo significativo. Com as propostas de adequação de equipamentos reduziu o consumo da população em 64%, fazendo com que o consumo total que era no início de 400 m³/mês fosse reduzido para 188 m³/mês, ou seja, redução de 53% no consumo total do aeroporto.

Cabe ressaltar que a ausência de um sistema de gestão pode muitas vezes causar distorções nos dados de consumo obtidos, como neste caso em particular, onde por falta de manutenção preventiva, estava havendo significativa perda de água.

Ainda no caso de implantação de Programas de Conservação de Água em aeroportos, principalmente de pequeno porte, onde há uma equipe técnica de engenharia e manutenção em número de pessoas limitado, cabe salientar que a aplicação de fontes alternativas de água é viável tecnicamente, porém em muitos casos inviável, não somente por aspectos econômicos, mas por exigir um sistema apropriado de gestão da água que seria responsável por controlar não somente quantidades, mas qualidades.

Sendo assim, neste estudo, foi sugerido apenas o aproveitamento de água de chuva para fins menos nobres, como irrigação e lavagem de pisos, sendo que foi orientado que fosse desenvolvido um projeto específico para tal uso, considerando-se todos os cuidados e riscos envolvidos.

Outra conclusão interessante deste estudo de caso é que quando o usuário de água, neste caso o aeroporto, utiliza água proveniente de outras fontes que não a concessionária, há uma grande dificuldade de se valorizar a água, uma vez que os custos envolvidos para captação de poço artesiano ou de um manancial, se diluem, de forma a gerar equívocos, de tal forma que os usuários consideram a água um insumo gratuito. Em outros estudos de caso já realizados em aeroportos, nota-se que onde a água é proveniente da concessionária há inclusive um maior controle do consumo de água mensal.

No entanto, há de se considerar todos os custos envolvidos, como energia elétrica, produtos químicos, recursos humanos para operação, tratamentos específicos, custos de gestão do sistema, custos gerados por falhas de abastecimento, entre outros.

Esta consideração é fundamental no momento da análise do estudo de viabilidade técnica e econômica, caso contrário, o PCA pode ser compreendido apenas como um “gasto”, uma vez que não há a real mensuração do custo da água para tal edificação.

No entanto, o aeroporto em estudo já se encontra na etapa de detalhamento das ações propostas para futura implementação das ações. Para tal, a gerência do aeroporto está elaborando um plano de ações para o ano de 2004, determinando as possíveis atuações a serem realizadas com base nas propostas elaboradas e de acordo com a disponibilidade de recursos. Entretanto, ações simples como correção de perdas físicas, que necessitam neste caso específico, de pequeno investimento, já foram realizadas imediatamente à consolidação do estudo em questão.

6.4. Discussão Final dos Estudos de Caso

Um PCA varia conforme a tipologia em estudo, sendo exclusivo para cada caso. Sua viabilidade técnica e econômica pode ser muitas vezes limitada pelo momento no qual se opta por implantá-lo, por exemplo, em um edifício existente ou em uma nova edificação.

As análises, técnica e econômica, a serem realizadas em cada caso e os possíveis indicadores de consumo, variam a cada tipologia.

Como exemplo disto podem-se citar algumas conclusões obtidas a partir de cada estudo de caso apresentado.

No caso do edifício comercial, a Tabela 6.32 resume o PCA proposto.

Tabela 6.32: Resumo dos Cenários do PCA do edifício comercial

Cenários	Consumo (m ³ /mês)	Conta de água (R\$/mês)	Economia (R\$/mês)	Investimentos (R\$)	Período de retorno (meses)	Indicador de consumo (l/pessoa.dia)
1	5800	R\$ 67.700,00	-	-		
2.1	4400	R\$ 52.000,00	R\$ 15.700,00	R\$ 113.000,00	7	115
2.2	4300	R\$ 50.400,00	R\$ 17.300,00	R\$ 143.000,00	8	87
2.3	4100	R\$ 47.500,00	R\$ 20.200,00	R\$ 144.000,00	7	85
3.1	3800	R\$ 44.600,00	R\$ 23.100,00	R\$ 198.000,00	9	81
3.2	3800	R\$ 44.500,00	R\$ 23.200,00	R\$ 179.000,00	8	75
4	3200	R\$ 38.500,00	R\$ 29.200,00	R\$ 225.000,00	8	75
5	1200	R\$ 31.500,00	R\$ 36.200,00	R\$ 330.750,00	9	63
6	2100	R\$ 31.100,00	R\$ 36.600,00	R\$ 371.000,00	10	24
7	0	R\$ 23.700,00	R\$ 44.000,00	R\$ 368.500,00	8	-
8	0	R\$ 0,00	R\$ 67.700,00	R\$ 600.000,00	9	-

Neste caso, é possível fazer duas análises. A primeira, já citada no item 6.1, apresenta um indicador de R\$/m², de interesse da incorporadora, como subsídio para cálculo do valor mínimo a ser adicionado ao m² vendido para a obtenção de benefícios financeiros. A segunda, apresentada na Tabela 6.32 acima, parte do consumo per capita como um dado atrativo a ser fornecido para o usuário final no momento da venda do imóvel.

Para o usuário final, ou seja, proprietário ou locatário do imóvel, os dados mais atrativos são os referentes às economias mensais geradas que serão revertidas de forma direta nas taxas condominiais, bem como no indicador de consumo l/pessoa.dia.

No caso da indústria de alimentos, o indicador de consumo a ser monitorado mensalmente, bem como a análise econômica, são bastante diferenciados do estudo do edifício comercial, pois o custo da água não é relativo a uma tarifa de concessionária, mas sim aos custos envolvidos na captação e tratamento. As Tabelas 6.33 e 6.34 apresentam um resumo do PCA proposto.

Tabela 6.33: Resumo dos Cenários 1 à 4 para Indústria de Laticínios

Cenários	Atual	1	2	3	4
Consumo (m ³ /dia)	2500	2200	1927	1825	1795
Investimento	-	R\$ 20.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 30.000,00
Custo operacional (R\$/mês)	R\$ 20.000,00	R\$ 17.424,00	R\$ 15.261,84	R\$ 14.454,00	R\$ 14.216,40
Economia mensal (R\$)	-	R\$ 2.576,00	R\$ 4.738,16	R\$ 5.546,00	R\$ 5.783,60
Período de retorno (meses)		8	6	4	5

Tabela 6.34: **Resumo dos Cenários 5 à 8 para Indústria de Laticínios**

Cenários	5	6	7	8
Consumo (m ³ /dia)	1584	1404	1174	934
Investimento	R\$ 150.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
Custo operacional (R\$/mês)	R\$ 12.545,28	R\$ 11.119,68	R\$ 9.298,08	R\$ 7.397,28
Economia mensal (R\$)	R\$ 7.454,72	R\$ 8.880,32	R\$ 10.701,92	R\$ 12.602,72
Período de retorno (meses)	20	6	5	4

Os cenários neste caso não são cumulativos, pois as atuações foram propostas para cada um dos grandes consumidores de água de maneira gradativa. Desta forma, os períodos de retorno apresentados nas Tabelas 6.33 e 6.34 são referentes a cada ação proposta.

Neste caso, o indicador de consumo utilizado é referente à produção de leite em m³. A produção mensal total de leite aromatizado, pasteurizado e UHT é de 11.544 m³. Assim, partindo-se de um consumo total mensal inicial de 55.000 m³, tem-se um indicador de 209 litros de leite produzido por m³ de água consumida. Ao aplicar os cenários propostos, o consumo final total de água será reduzido para 26.400 m³/mês, levando ao indicador de 437 litros de leite produzido por m³ de água consumida, ou seja, a planta industrial dobraria sua produtividade consumindo a mesma quantidade de água.

No estudo de caso do aeroporto, as considerações referentes à implantação do PCA são diferentes das anteriormente citadas.

Conforme apresentado no item 6.3.24.1, o número médio mensal de passageiros deste Aeroporto foi estimado em 6.578. Sendo assim, o indicador de consumo atual de 60 l/passageiro passaria, após a aplicação do PCA, a ser de 24 l/passageiro, se implementadas as ações propostas. A tabela 6.35 apresenta um resumo das ações.

Tabela 6.35: **Resumo dos cenários do aeroporto**

Cenários	Consumo (m ³ /mês)	Investimentos (R\$)	Indicador de consumo L/passageiro
Atual	400	-	60
2	367	500,00	56
3.1	208	9.124,00	32
3.2	202	15.460,00	31
3.3	188	18.844,00	29
4	178	2.600,00	27
5.1	163	9.000,00	25
5.2	154-168	8.000,00	23-25
Total		63.028,00	

Como não havia de forma explícita a aferição dos custos relacionados à captação em poços artesianos, tratamento, insumos e gestão da água, não foi possível realizar uma análise econômica do estudo elaborado. No entanto, cabe ressaltar que neste caso, a solicitação da elaboração do estudo surgiu de uma diretriz estabelecida pela Infraero de adoção de uma política ambiental que possui por meta a redução do consumo da água nos aeroportos. Desta forma, o indicador que incentiva a implementação dos Programas de Conservação de Água encontra-se na adoção de uma postura ambiental correta, o que se diferencia dos demais estudos de caso apresentados.

Cabe salientar a observação já feita anteriormente, que destaca a não aferição adequada do custo da água quando a mesma é proveniente de fontes alternativas à concessionária local, principalmente em aeroportos de menor porte.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é um insumo vital não somente à sobrevivência humana mas também para a realização de atividades de operação de diversos segmentos, tais como agricultura, indústria e comércio.

A distribuição desequilibrada dos aglomerados populacionais em grandes centros urbanos e a ausência de sistemas de infra-estrutura urbana ocasionam problemas de disponibilidade hídrica, não somente devido à escassez dos recursos naturais para atendimento da demanda necessária, mas também pela degradação cumulativa destes recursos. Desta forma, a gestão integrada dos recursos hídricos é fundamental para reger a exploração das fontes disponíveis e assim preservá-las.

As ações de Conservação de Água devem ser implementadas em diferentes níveis, considerando desde o uso integrado dos recursos hídricos, tendo como unidade de referência as bacias hidrográficas (nível macro), até ações de redução do consumo de água em edificações (nível micro).

Neste estudo são formuladas Diretrizes para Implantação de Programas de Conservação de Água em Edificações com o objetivo de sistematizar as etapas necessárias para a otimização e gestão do consumo de água por parte dos gestores de cada edificação. Tal formulação deve ser compreendida como ferramenta de gestão da água, tanto pelo aspecto direto de economia do insumo e preservação dos recursos existentes, quanto pelo caráter de fator de competitividade e produtividade. A formulação considera uma avaliação sistêmica dos usos da água em uma edificação, contemplando a integração de ações na demanda e oferta, com o estabelecimento de um sistema de gestão apropriado.

A implantação de um Programa de Conservação de Água - PCA depende da perfeita harmonia entre a aplicação de tecnologias e o comprometimento dos usuários, pois estes é que estão em contato direto com boa parte das atividades consumidoras. Desta forma, a conscientização da importância da Conservação de Água deve ser compreendida e praticada por todos os usuários da edificação. Cabe ressaltar que para a viabilização das implantações de PCAs, além da análise econômica-financeira, devem ser considerados todos os benefícios qualitativos provenientes da responsabilidade social e melhoria ambiental.

Pelas análises realizadas nos estudos de caso apresentados foi possível avaliar que as diretrizes propostas neste trabalho são apropriadas para aplicação em diversas tipologias de edificações. Porém verificou-se que a multidisciplinariedade dos usos da água existentes nas edificações dificulta muitas vezes o desenvolvimento dos estudos, exigindo conhecimento técnico específico, proveniente do apoio de especialistas da tipologia do edifício tratado.

Verificou-se também que não há uma estratégia única para a condução das ações a serem implementadas para a consolidação dos PCAs, que variam a cada caso. Os indicadores econômicos e de consumo de água, diferem de acordo com os agentes decisores. Os objetivos e as metas a serem alcançados são dados fundamentais para a escolha do PCA a ser implantado.

Por exemplo, no caso do edifício comercial onde a construtora ou incorporadora eram os interessados na implantação do programa, foi possível perceber uma grande preocupação em viabilizar economicamente a implementação das ações, uma vez que os benefícios da economia do consumo de água se reverteriam para o usuário final do edifício.

No caso da indústria de alimentos, o benefício principal era o da economia de água para viabilização técnica da atual estação de efluentes, de forma a postergar o investimento de expansão das instalações existentes. Além disto, neste caso, a otimização do indicador de consumo de água é um fator de competitividade que representa benefícios na imagem de responsabilidade social da empresa, além dos benefícios econômicos gerados pela agregação de valor ao produto final.

Para o estudo realizado no aeroporto, a meta de redução do indicador de consumo de água atual para inserção à Política Ambiental em estabelecimento pela Infraero foi o maior motivador para a implantação do Programa de Conservação de Água.

Os estudos permitiram verificar que à medida que as tecnologias vão sendo incorporadas, os impactos resultantes sobre o consumo tornam-se mais significativos. Para cada tipologia há sempre benefícios ambientais, econômicos e sociais que podem e devem ser explorados como fator de atratividade para a consolidação dos programas.

Nota-se uma grande dificuldade na avaliação dos benefícios gerados pela implantação de PCAs. Através da análise econômica são avaliados os benefícios diretos como por exemplo, redução de custos operacionais, custos relativos aos insumos, entre outros. Porém existem também, por exemplo, os obtidos através da melhoria da imagem da responsabilidade ambiental, de difícil mensuração.

A estratégia de aplicação das ações ao longo do tempo deve ser elaborada com base no estudo de viabilidade econômica, através do qual é possível traçar diferentes configurações, de forma a viabilizar e equilibrar a relação custo e benefício, dentro de um período de retorno que seja considerado atrativo.

Com base no estudo realizado, foi possível identificar limitantes à aplicação da formulação proposta.

O primeiro deles diz respeito ao levantamento da distribuição do consumo de água, etapa 2 do fluxograma de ações. Muitas vezes não há informações suficientes por falta de sistema de medição apropriado, não permitindo uma primeira identificação dos principais consumidores de água, ou até mesmo do consumo mensal total. Neste caso, a análise da demanda depende diretamente da capacidade técnica dos profissionais envolvidos na elaboração do PCA.

Desta primeira constatação, sugere-se que sejam elaboradas pesquisas de levantamento de indicadores de consumo por tipologia, com identificação dos principais consumidores de água, forma de uso da água nas edificações e ações pertinentes apropriadas para a redução do consumo. Estas pesquisas devem ser segmentadas por tipo de edificação considerando as residenciais, comerciais, industriais e institucionais. Propõe-se que os indicadores de consumo sejam estabelecidos através de setorização apropriada do consumo de água para cada tipologia, identificando a distribuição do consumo pelos usuários e os principais processos que utilizam água. A partir destes dados, é possível formular de maneira efetiva códigos de práticas que estabeleçam ações estruturadas para redução do consumo de água em cada tipo de edificação. A partir dos códigos de prática torna-se possível a aplicação da formulação proposta, com avaliação dos usos da água de forma quantitativa, pelos gestores da água das edificações.

Além disto, ainda na etapa 2 da análise da demanda de água, nota-se que a adequação de equipamentos hidráulicos é uma ação que em muitas tipologias gera impactos significativos, principalmente em edificações residenciais, comerciais e institucionais. Porém, não há dados nacionais da redução do consumo de água quando da substituição de equipamentos e seus impactos na distribuição do consumo.

Propõe-se que em pesquisa futura sejam avaliados os impactos reais obtidos com a substituição de equipamentos economizadores nas diversas tipologias de edificações, confrontando-se os benefícios obtidos com os investimentos necessários. Nesta pesquisa, deverão ser setorizados os pontos de consumo para análise contínua dos dados por tipologia. Os dados obtidos serão utilizados como subsídio para seleção da tecnologia mais apropriada.

Na etapa 3 de análise da oferta de água, nota-se a necessidade de pesquisa específica para o detalhamento de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, considerando aspectos relativos a diferentes concepções dos sistemas de coleta, além do apropriado dimensionamento dos sistemas de reserva. Propõe-se o desenvolvimento de soluções alternativas de coleta de águas pluviais, considerando a captação não somente de coberturas, como em áreas externas à edificação, contendo detalhes de projeto que possam futuramente ser incorporados aos projetos de sistemas prediais de novas edificações, bem como das existentes.

Ainda na etapa 3, a necessidade de implantação de sistemas de gestão da água eficientes mostra-se um limitante no caso da aplicação de qualquer fonte alternativa de água. Para o caso de aproveitamento de águas pluviais, concluiu-se com base em pesquisas já realizadas, a necessidade de continuidade da análise do uso da água de chuva, considerando aspectos da qualidade da água desta fonte versus a qualidade necessária para cada atividade.

Sugere-se que sejam estabelecidos pilotos em diferentes regiões do país, com propostas diversas de aplicação da fonte, para análise da viabilidade técnica de tais proposições de forma a garantir a saúde dos usuários envolvidos. Propõe-se pela variação da qualidade da água de chuva por região que este estudo seja realizado inicialmente para uma determinada tipologia, com análise qualitativa e quantitativa, detalhando necessidades de sistemas de tratamento, tecnologias existentes, investimentos necessários e períodos de retorno provenientes de tal aplicação.

Outro aspecto a ser identificado e que interfere de forma direta na aplicação de PCA diz respeito aos mecanismos de incentivo econômico. Conforme apresentado no estudo de caso 1, a construtora em questão não conseguiu viabilizar o projeto de implantação do PCA no novo edifício, pois não há ainda valor adicionado a tal produto pelo diferencial da Conservação de Água. Desta forma, apesar da motivação do empreendedor, os benefícios econômicos obtidos não supririam os investimentos realizados de forma satisfatória. Fica assim claro que há necessidade de criação de mecanismos de incentivo que poderiam ser obtidos na forma de tarifas diferenciadas, redução dos custos relativos à cobrança pelo uso da água, recursos para investimentos em projetos de edificações ambientalmente corretas, entre outros.

Ainda, conforme já citado, há necessidade de um maior engajamento da Sociedade como um todo na questão da Conservação de Água. Mostra-se fundamental que sejam incentivadas, pelas autoridades, através do estabelecimento de políticas estruturantes, ações de Conservação de Água nos níveis macro, meso e micro. Para tal, é importante o desenvolvimento de diferentes métodos de comunicação aos usuários, transmitindo os benefícios diretos bem como os obtidos pela sociedade em geral. É importante, ainda, o apoio a Organizações Não Governamentais que priorizam ações educacionais com ênfase na preservação ambiental e educação sanitária.

Através desta formulação pretendeu-se apresentar uma sistemática de ações que garantam a conformidade ambiental de cada tipologia, bem como do usuário, de forma a promover a consciência da necessidade do uso racional da água, levando-se em consideração não somente a quantidade necessária a cada atividade consumidora, mas também a qualidade exigida, resguardando a saúde pública e preservando água nobre para as futuras gerações.

8. ANEXOS

ANEXO 1 - CONFLITOS MUNDIAIS DE ÁGUA

ANEXO 1 - Conflitos Mundiais de Água

Data	Partes Envolvidas	Base do Conflito	Conflito Violento ou em Contexto de Violência?	Descrição
3000 AC	Terra, Noé	Religioso	Sim	Antiga lenda suméria reconta a punição infligida à humanidade por uma tempestade que durou 6 dias. O mito sumério é paralelo ao texto bíblico, que leva em conta Noé e o dilúvio, embora alguns detalhes sejam distintos.
1790 AC	Hammurabi	Ferramenta Política	Não	Código de Hammurabi para o Estado de Sumer – Hammurabi lista diversas leis pertinentes à irrigação que versam sobre negligência no sistema e roubo de água.
1200 AC	Moisés, Egito	Ferramenta Militar; Religioso	Sim	A Divisão do Mar Vermelho – Quando Moisés e retirantes Judeus encontram-se cercados pelas forças militares do Faraó e pelo Mar Vermelho, Moisés, milagrosamente, divide as águas do Mar Vermelho, permitindo a fuga de seus seguidores. As águas se fecham após a passagem, impedindo que os Egípcios os alcancem.
705-682 AC	Babilônia	Arma Militar/alvo	Sim	Em rebelião, Sennacherib arrasa a Babilônia e desvia um dos principais canais de irrigação de maneira que as águas avancem sobre as ruínas.
605-562 AC	Babilônia	Ferramenta Militar	Não	Nebuchadnezzar constrói muralhas ao redor da Babilônia, usando o Eufrates e canais como fossos de defesa ao redor do castelo interno.
539 AC	Babilônia	Ferramenta Militar	Sim	De acordo com Heródoto, Cyrus invade a Babilônia desviando o curso do Eufrates acima da cidade e fazendo a tropas marcharem sob o leito seco do rio. O conto popular descreve um ataque no meio da noite, coincidindo com um Festival Babilônico.
1573-74	Holanda e Espanha	Ferramenta Militar	Sim	Em 1573, no início do conflito de 80 anos com a Espanha, os holandeses inundaram a terra para quebrar o cerco das tropas espanholas na cidade de Alkmaar. A mesma guerra de defesa foi usada para proteger Lieden em 1574. Esta estratégia ficou conhecida como Linha de Água Holandesa e foi frequentemente utilizada nos anos seguintes.
1672	França, Holanda	Ferramenta Militar	Sim	Luis XIV iniciou a terceira das Guerras Holandesas em 1672, na qual os franceses invadiram a Holanda. Em defesa, os holandeses abriram seus diques e inundaram o país, criando uma barreira de água virtualmente impenetrável.

Fonte: Adaptado de GLEICK (2003).

ANEXO 1 - Conflitos Mundiais de Água

Data	Partes Envolvidas	Base do Conflito	Conflito Violento ou em Contexto de Violência?	Descrição
1898	Egito, França, Reino Unido	Ferramenta Militar e Política, Controle de Água	Manobras Militares	Conflito militar iminente entre britânicos e franceses em 1898 quando uma expedição francesa tentou ganhar o controle sobre as cabeceiras do Rio Nilo. Enquanto as partes negociavam o encerramento da disputa, o incidente foi caracterizado como tendo “dramatizado a vulnerável dependência egípcia do Nilo”
1938	China e Japão	Ferramenta Militar e Alvo Militar	Sim	Chiang Kai-shek ordena a destruição de diques reguladores de inundação do Rio Amarelo para inundar áreas sob ameaça do exército japonês. Os diques foram explodidos com dinamite e a água derramada na planície. A inundação destruiu parte do exército invasor e seu equipamento pesado ficou atolado na lama. As águas inundaram uma área cujas estimativas variam entre 3000 e 50000 quilômetros quadrados, matando entre “dezenas de milhares” e “um milhão” de chineses, dependendo da estimativa.
1939-42	China e Japão	Ferramenta Militar e Alvo Militar	Sim	Atividades japonesas com armas químicas e biológicas reportadas contra alvos militares e civis pela contaminação de lençóis e reservas de água com patógenos como tifoide.
1953	Israel, Jordânia e Síria	Disputa por Desenvolvimento, Alvo Militar, Ferramenta Política	Sim	Israel inicia a construção de seu sistema nacional de transporte de água para transferir o produto do norte do mar da Galiléia, da bacia do rio Jordão, para o Deserto de Negev, para irrigação. Ações militares sírias ao longo da fronteira e desaprovação internacional fizeram com que Israel movesse a captação para o Mar da Galiléia.
1960's	Vietnã do Norte, Estados Unidos	Alvo Militar	Sim	Sistemas de irrigação no Vietnã do Norte são bombardeados durante a Guerra. 661 diques danificados ou destruídos.

Fonte: Adaptado de GLEICK (2003).

ANEXO 1 - Conflitos Mundiais de Água

Data	Partes Envolvidas	Base do Conflito	Conflito Violento ou em Contexto de Violência?	Descrição
1962-67	Brasil, Paraguai	Ferramenta Militar, Ferramenta Política, Controle de Reservas de Água	Manobras Militares	Negociações entre Brasil e Paraguai acerca do desenvolvimento do Rio Paraná são interrompidas pela demonstração unilateral de força feita pelo Brasil em 1962, que invade a área e demanda o controle sobre a região das Cataratas do Guairá. Forças militares são retiradas em 1967 após firmado acordo para que uma comissão comum examinasse o desenvolvimento da região.
1967	Israel, Síria	Alvo e Ferramenta Militar	Sim	Israel destrói o serviço de desvio Arab na cabeceira do Rio Jordão. Durante a Guerra Árabe-Israelense, Israel ocupa as Colinas de Golan, com o Banias, afluente do Rio Jordão.
1970's	Argentina, Brasil e Paraguai	Controle de recursos hídricos; Disputa por Desenvolvimento	Não	Brasil e Paraguai anunciam plano para construção da represa de Itaipu no Rio Paraná, causando preocupações na Argentina em relação às repercussões ambientais e sobre a eficiência de seu próprio projeto de construção de represa no mesmo rio. Argentina demanda ser consultada durante o planejamento de Itaipu, mas o Brasil refuta. Um acordo assinado em 1979 permite a construção da represa de Itaipu entre Brasil e Paraguai e da represa Argentina de Yacyreta.
A partir de 1978	Egito-Etiópia	Disputa por Desenvolvimento; Ferramenta Política	Não	Tensões continuadas acerca do Nilo, especialmente sobre o Nilo Azul, originário da Etiópia. A proposta Etíope de construção de represas na cabeceira do Nilo Azul faz com que o Egito repetidamente declare a importância vital da água. "O único motivo que poderia levar o Egito à guerra de novo é a água" (Anwar Sadat – 1979). "A próxima guerra na nossa região será pelo controle das águas do Nilo, e não Política" (Boutros Ghali – 1988)

Fonte: Adaptado de GLEICK (2003). Fonte: Adaptado de GLEICK (2003).

ANEXO 1 - Conflitos Mundiais de Água

Data	Partes Envolvidas	Base do Conflito	Conflito Violento ou em Contexto de Violência?	Descrição
1981	Irã-Iraque	Alvo e Ferramenta Militar	Sim	Irã declara ter bombardeado hidrelétrica no Curdistão, causando interrupção de energia elétrica em grande parte do Iraque, durante a guerra.
1980-88	Irã-Iraque	Ferramenta Militar	Sim	Irã desvia água para inundar posições de defesa iraquianas
1991	Irã, Kwait, Estados Unidos	Alvo Militar	Sim	Durante a Guerra do Golfo, Iraque destrói boa parte da capacidade de de-sanilização do Kwait
1992	Bósnia, Sérvios Bósnios	Ferramenta Militar	Sim	O cerco sérvio de Sarajevo, Bósnia e Herzegovínia, incluiu a suspensão de energia elétrica e alimentação de água para a cidade, a partir das montanhas que a rodeiam, apesar das alegações dos líderes nacionalistas Sérvios ao Comando das Nações Unidas de que a suspensão destes fornecimentos não tinham caráter de ferramenta militar para a expulsão dos bósnios.
1993	Iugoslávia	Alvo e Ferramenta Militar	Sim	Represa Peruca intencionalmente destruída durante a guerra.
1997	Cingapura, Malásia	Ferramenta Política	Não	Malásia fornece aproximadamente 50% da água para Cingapura e em 1997 é ameaçada de corte em retribuição às críticas políticas na Malásia
1998	Estados Unidos	“Cyber” terrorismo	Não	Um “hacker” de 12 anos de idade penetrou no sistema de computador ESCADA, que controla a represa Roosevelt, no Arizona, dando a ele total controle às comportas do sistema. As cidades de Mesa, Tempe e Phoenix, encontram-se abaixo da represa. Nenhum dano foi causado
1999	Iugoslávia	Alvo Militar	Sim	Belgrado reporta o ataque de aviões da OTAN a hidrelétrica durante a campanha do Kosovo

Fonte: Adaptado de GLEICK (2003).

ANEXO 1 - Conflitos Mundiais de Água

Data	Partes Envolvidas	Base do Conflito	Conflito Violento ou em Contexto de Violência?	Descrição
1999	Timor Leste	Ferramenta Política e Militar, Terrorismo	Sim	Milícias contrárias à independência matam manifestantes pró-independência e lançam seus corpos em poços.
1999	Kosovo	Terrorismo, Ferramenta Política	Sim	Contaminação de reservatórios e poços por Sérvios, que depositaram corpos de Albaneses do Kosovo nestas fontes.
2000	Austrália	Terrorismo	Não	Em Queensland, em 23/04/2000, a polícia prendeu um homem por ter usado o seu computador e transmissor de rádio para assumir o controle do sistema de esgoto de Maroochy Shire e lançar o detrito em parques, rios e propriedade. Este é um dos primeiros casos documentados de “cyber” terrorismo na indústria da água.
2001	Israel, Palestina	Terrorismo, Controle de Recursos Hídricos	Yes	Palestinos destroem linhas de alimentação de água para colônias e assentamentos de judeus na região ocupada da Palestina. O campo de refugiados de Agbat Jabar fica sem água após palestinos terem destruído bombas de alimentação. Palestinos acusam israelenses de destruir cisternas, bloqueio de fornecimento de água e ataque e destruição de materiais a serem utilizados na construção de um sistema de esgoto.
2001	Filipinas	Terrorismo, Ferramenta Política	Não	Autoridades Filipinas interrompem o fornecimento de água a 6 vilas na região Sul, após residentes terem reclamado de forte odor advindo das torneiras, levantando suspeitas de que o grupo terrorista Abu Sayyaf, acusado de ligações com Osama Bin Laden, tenha envenenado a água nas regiões de maioria cristã.

Fonte: Adaptado de GLEICK (2003).

ANEXO 1 - Conflitos Mundiais de Água

Data	Partes Envolvidas	Base do Conflito	Fig.: 3 Conflito Violento ou em Contexto de Violência?	Descrição
2002	Nepal	Terrorismo, Ferramenta Política	Sim	Grupo terrorista KLF explode central hidrelétrica, com tempo estimado de reconstrução de 6 meses. Rebeldes Maoístas destruíram mais de 7 projetos e instalações de água no Nepal
2002	Roma, Itália	Terrorismo	Não	Policia italiana prende 4 marroquinos suspeitos de planejar a contaminação do suprimento de água de Roma com derivados de cianetos. Sugerida conexão com a Al-Qaeda
2002	Colômbia	Terrorismo	Sim	Rebeldes colombianos da FARC danificam válvula da represa responsável pela maior parte do fornecimento de água potável de Bogotá, acionando um sistema explosivo no túnel da represa Chingaza
2002	Estados Unidos	Terrorismo	Não	“Frente da Libertação da Terra” ameaça o suprimento da água da cidade de Winter Park. Anteriormente, o grupo declarou responsabilidade pelo ataque a uma estação de esqui em Vail, Colorado, que ameaçava o habitat natural dos lincos.
2003	Estados Unidos	Terrorismo	Não	Al-Qaeda ameaça o sistema de água potável dos Estados Unidos, via ligação telefônica recebida por uma revista da Arábia Saudita.

Fonte: Adaptado de GLEICK (2003).

ANEXO 2 - ANÁLISE DOCUMENTAL

I – Ocupação do Edifício	
1	Qual o número de usuários previstos? 1.1 População permanente: 1.2 Visitantes::
2	Qual o horário de funcionamento do edifício?
3	Há flexibilidade de uso dos andares? 3.1 O usuário terá liberdade de uso? 3.2 Poderá alterar banheiros, cozinha, etc? 3.3 Há previsão de ponto de água para bebedouro nas copas dos andares? 3.4 Não há copa em todos os pavimentos?
II – Terraços / Jardins dos pavimentos-tipo	
1	Haverá previsão de torneiras de lavagem nos terraços dos andares?
2	Haverá previsão de torneiras de jardim nos jardins dos andares?

III - Banheiros dos pavimentos-tipo			
	Lavatório somente com AF		Lavatório com AF e AQ
	Torneira comum		Bacia sanitária com válvula de descarga
	Misturadores monocomando		Bacia sanitária com saída p/ baixo
	Bacia sanitária com caixa acoplada		Bacia sanitária com saída lateral
IV - Vestiários do 2º subsolo			
	Lavatório somente com AF		Lavatório com AF e AQ
	Torneira comum		Chuveiro elétrico
	Ducha AF		Misturadores comuns
	Ducha AF e AQ		Bacia sanitária com válvula de descarga
	Misturadores monocomando		Bacia sanitária com saída p/ baixo
	Bacia sanitária com caixa acoplada		Ralo somente dentro do box
	Bacia sanitária com saída lateral		

V – Térreo Externo
<p>1 – Haverá projeto específico de paisagismo?</p> <p>1.1 Quem será o projetista? (contato e telefone)</p> <p>1.2 Há previsão de fonte de água?</p> <p>1.3 Há previsão de jardins?</p> <p>1.4 Há previsão de pisos?</p>
VI - Sistema de Condicionamento de Ar
<p>1 – Qual o tipo de sistema?</p>
<p>2 – Se o sistema utilizar água:</p> <p>2.1 Qual o consumo previsto?</p> <p>2.2 Onde está(ão) o(s) ponto(s) de consumo de água do sistema?.</p> <p>2.3 Haverá pontos de consumo de água nos andares?</p> <p>2.4 Quais as características requeridas para a água do sistema?</p>

VII – Cogeração de Energia Elétrica
Qual o tipo de sistema?
1. Se o sistema utilizar água: 2.1 Qual o consumo previsto? 2.2 Onde está(ão) o(s) ponto(s) de consumo d'água do sistema? 2.3 Quais as características requeridas para a água do sistema?
VIII – Cozinha/Bar/Restaurante do 19º pavimento
1 – O restaurante será terceirizado? Já se sabe para quem?
2 – A previsão é de um restaurante para quantas pessoas?
3 – Qual o horário de funcionamento previsto para o restaurante?
4 – Será um restaurante aberto ao público ou exclusivo aos usuários do edifício?
5 – Que tipo de refeição será servida no restaurante?
6 – Haverá preparo de refeições na cozinha ou apenas aquecimento?
7 – Caso haja preparo de refeições, a cozinha está sendo dimensionada para preparar quantas refeições por dia?
8 – Haverá máquina de lavar louça? Em caso afirmativo, de que tamanho?
9 – Qual a infraestrutura prevista para a cozinha?
10 – Quem irá desenvolver o projeto da cozinha? (lay-out / hidráulica / elétrica)

11 – Que equipamentos que consomem água estão previstos para a cozinha?
12 – Haverá projeto específico para a cozinha?
12.1 – Quem será o projetista? (contato e telefone)
IX – Academia do 19o pavimento
1 – A Academia será terceirizada? Já se sabe para quem?
2 – A Academia será de uso exclusivo dos usuários do edifício?
3 – Qual o horário de funcionamento previsto para a Academia?
4 – Os vestiários permanecerão abertos apenas quando a Academia estiver aberta?
5 – A Academia está sendo dimensionada para uso simultâneo de quantas pessoas?
6 – Que tipos de equipamentos estão sendo previstos para a Academia?
7 – Haverá ponto para bebedouro de água na Academia?.
8 – Haverá projeto específico para a Academia?
8.1 Quem será o projetista? (contato e telefone)

X - Vestiários da Academia			
	Lavatório somente com AF		Lavatório com AF e AQ
	Torneira comum		Chuveiro elétrico
	Ducha AF		Misturadores comuns
	Ducha AF e AQ		Bacia sanitária com válvula de descarga
	Misturadores monocomando		Ralo fora do box
	Bacia sanitária com caixa acoplada		Ralo somente dentro do box
	Bacia sanitária com saída lateral		Bacia sanitária com saída p/ baixo
XI - Sistema construtivo hidráulica			
	Ramais embutidos em alvenaria/divisória		Ramais aparentes
	Ramais visitáveis (carenagem)		Prumadas em shafts visitáveis
	Prumadas em shafts não-visitáveis		
XII - Materiais			
Tipo		Material	Fabricante de Preferência
Tubos de água fria			
Tubos de recalque			

Tubos de incêndio		
Tubos de gás		
Tubos de esgoto		
Tubos de água pluvial		
Reservatório inferior		
Reservatório superior		

ANEXO 3 - PROCEDIMENTOS PARA REALIZAÇÃO DE TESTES UTILIZADOS NA DETECÇÃO DE PERDAS FÍSICAS

Segundo Oliveira (1999), podem ser realizados os seguintes testes para verificação da existência ou não de perdas físicas de água no sistema hidráulico de uma edificação:

1. Testes expeditos

1.1 Testes para detecção de vazamento em alimentador predial

Estes vazamentos devido à corrosão, trincas, má execução de juntas, transmissão de algum esforço que atingiu a tubulação, ou ainda, pelo conjunto destes fatores.

a. Teste do hidrômetro

este teste consiste em verificar a passagem de água pelo hidrômetro, quando todos os pontos de utilização supridos diretamente pelo sistema público de água estejam fechados. Este vazamento é detectado pela movimentação dos ponteiros do hidrômetro ou do aumento do valor do número apresentado no “display” do hidrômetro.

Procedimentos

- a. fechar todos os pontos de utilização que recebam água diretamente da rede pública, geralmente torneiras de jardim e de tanque;
- b. amarrar a torneira de bóia do reservatório inferior ou superior, impedindo a entrada de água da rede pública. Quando a alimentação do reservatório apresentar registro de gaveta, optar por amarrar a torneira de bóia, porque o registro pode permitir a passagem de água e mascarar o resultado;
- c. com o registro do cavalete totalmente aberto, fazer uma leitura a cada cinco minutos, por um período mínimo de trinta minutos;
- d. Caso seja verificada a passagem de água, observada através do aumento dos valores dos números, apresentados no “display” do hidrômetro, há vazamento.

b. Teste de sucção

Uma outra forma de verificar vazamento em alimentador predial é através da realização do teste de sucção. Este teste é indicado quando a acessibilidade ao reservatório superior está complicada, dificultando o fechamento da torneira de bóia para a realização do teste de hidrômetro. Desta forma, o teste de sucção indica a presença de vazamento, no alimentador predial sem o fechamento da entrada de água no reservatório superior.

Procedimentos

- Verificar qual a torneira, alimentada diretamente da rede pública de água e que esteja instalada na cota mais alta em relação ao piso, em geral torneira de tanque ou de jardim;
- Ir até o local e encher um copo d'água;
- Não abrir nenhuma torneira e nem acionar descarga de bacia sanitária;
- Caso tenha reservatório que esteja abaixo do nível do alimentador predial, como, por exemplo, no subsolo, amarrar a torneira de bóia deste, impedindo a entrada de água;
- Fechar o registro do cavalete;
- Reabrir a torneira escolhida e esperar toda a água da tubulação escoar;
- Colocar o copo cheio de água na bica da torneira;
- Se houver sucção de água do copo pela torneira, há vazamento no alimentador predial.

Para a determinação exata do local do vazamento no alimentador predial recorre-se aos testes especiais, apresentados no item 2.

1.2 Detecção de vazamento em reservatórios

Os vazamentos não visíveis em reservatórios podem ocorrer devido às seguintes causas:

- Trincas ou impermeabilização inadequada: a água é perdida por infiltração no solo, para o caso de reservatório enterrado, e no caso de reservatório elevado a água pode escoar para um ralo de águas pluviais ou provocar infiltração na laje imediatamente abaixo do reservatório e, desta forma, atuar patologicamente no sistema estrutural do edifício.

a. Teste para a detecção de vazamento em reservatório inferior

Geralmente os reservatórios inferiores são enterrados ou semi enterrados, os quais apresentam vazamentos que podem ser decorrentes de problemas no sistema de impermeabilização ou no sistema estrutural, ou ainda, na passagem de água pelo registro da tubulação de limpeza. Para detectar estes vazamentos realiza-se o teste com o registro do cavalete aberto e conforme os procedimentos descritos a seguir:

Procedimentos

- Fechar o registro da tubulação de limpeza e caso existir alguma saída deste reservatório que alimente algum ponto de utilização, deve ser também fechado.
- Desligar o conjunto motor-bomba do sistema de recalque.
- Quando a água tingir o nível máximo, amarrar a torneira de bóia ou fechar o registro de alimentação do reservatório de tal forma a impedir a entrada de água. Não é necessário o nível

máximo de água no reservatório, porém quanto mais alto o nível, maior a pressão hidráulica no sistema e, portanto, mais fácil é a detecção do vazamento.

- Medir o nível da água no reservatório com o auxílio de uma peça de madeira – ripa ou caibro – marcando-o com um lápis ou giz.
- Esperar, no mínimo duas horas e medir novamente o nível de água com a peça de madeira. Caso esta medida tenha sido inferior à primeira, há ocorrência de vazamento.

b. Teste para a detecção de vazamento em reservatório superior

Este teste tem por objetivo detectar vazamento não visível no sistema de distribuição e, também, verificar se há passagem de água pelo registro de limpeza, caso o destino final do efluente da tubulação de limpeza não ocorra em local visível. No entanto, se a acessibilidade ao registro da tubulação de limpeza for adequada, o mais eficaz é ir até o local de despejo desta água e verificar se não está havendo perda de água, mesmo com o registro de limpeza fechado.

Para algumas tipologias de edifício como, por exemplo, hotéis, hospitais e edifícios residenciais, é praticamente impossível a realização deste ensaio, devido às peculiaridades de tais sistemas – tempo integral de operação e diversidade de usuários. Contudo, para outras tipologias, mesmo de grande porte, tais como escolas e edifícios comerciais, esse teste pode ser realizado aos finais de semana e feriados.

Procedimentos

- a. Fechar todos os registros do sistema de distribuição localizados no barrilete e todos os pontos de utilização, pois nenhum ponto pode ser utilizado durante este teste. Esperar até que o nível máximo de água no reservatório seja alcançado. Não é necessário o nível máximo de água no reservatório, porém quanto mais alto o nível, maior a pressão hidráulica no sistema e, portanto, mais fácil é a detecção do vazamento.
- b. Com o registro de limpeza fechado e o conjunto motor-bomba desligado ou com a torneira de bóia amarrada (sistema hidráulico não dotado de sistema de recalque) marcar, com o auxílio de um lápis ou de giz, o nível de água no reservatório ou em uma peça de madeira: ripa ou caibro.
- c. Abrir somente os registros do sistema de distribuição, aguardar, no mínimo, duas horas e verificar novamente o nível de água.
- d. Caso o nível da água esteja inferior ao início há vazamento na tubulação, ou em pontos de utilização, ou passagem de água pelo registro da tubulação de limpeza.

Para localizar o vazamento inspecionar o sistema na seguinte seqüência:

- Registro de limpeza;
- Todos os pontos de utilização do sistema hidráulico interno.

Caso não seja detectado nenhum vazamento nesses locais é provável a existência de um vazamento não-visível na tubulação de colunas, ramais ou sub-ramais.

1.3 Detecção de vazamento em bacias sanitárias

Os vazamentos em bacias sanitárias podem ocorrer tanto em bacias com válvula de descarga como em bacias com caixa de descarga. As causas mais frequentes de vazamentos em bacias sanitárias com caixa de descarga são defeitos nos seguintes componentes: torneira de bóia, obturador semiflutuante, também conhecido como comporta ou “flapper”.

Para garantir o êxito da detecção de vazamento há alguns testes específicos para bacias sanitárias. Dentre os testes, geralmente, recomendados citam-se os testes da cinza de cigarro, do papel higiênico e o teste da retirada de água do poço de bacia sanitária.

Considera-se que esses três testes possam ser substituídos por um único; o teste do corante, pois os vazamentos em bacias sanitárias ocorrem através do escoamento de água pelos furos do colar, principais pontos de entrada de água para todos os modelos de bacia sanitária. Desta forma, não é necessária a realização de todos os testes mencionados anteriormente, para a detecção de vazamento em bacia sanitária.

O teste do corante pode ser realizado tanto em bacias sanitárias com caixa de descarga como em bacias sanitárias com válvula de descarga. O corante pode ser em solução, em pó ou em tablete. A solução azul de metileno é bastante utilizada em laboratório, mas para uso doméstico deve ser substituída por café solúvel, refresco em pó ou xarope de cor forte, como por exemplo, o de groselha ou de uva, uma vez que a solução azul de metileno causa muitas manchas na louça sanitária.

Procedimentos

- a. Preparar a solução corante em um copo de água dissolvendo bem, se for em pó;**
- b. Adicionar a solução no poço da bacia sanitária até que a cor da água fique bem escura;
- c. Retirar, com o auxílio de um copo transparente e incolor, uma amostra padrão;
- d. Esperar, no mínimo, trinta minutos e comparar a cor da água da bacia com a cor da amostra padrão. Caso a água da bacia esteja mais clara, há vazamento.**

Uma outra forma de realizar este teste em bacia sanitária com caixa de descarga é através da adição da solução de corante na água da caixa. Esperar alguns minutos e verificar a presença de água colorida escoando nas paredes internas da bacia sanitária em direção ao poço da bacia, caso haja vazamento.

2. Testes especiais

Apresentam-se a seguir os procedimentos gerais para a realização de testes especiais.

Procedimentos

- a) Caso o sistema apresente trechos de tubulação aparente, ou registros de fácil acesso, se conheça o traçado da rede, o tipo de material, os comprimentos e os diâmetros dos trechos, iniciar a pesquisa de vazamento com o teste da correlação de ruídos, instalando-se os dois sensores em duas seções extremas não superior a vinte metros.
- b) Fazer as correlações e caso o teste indique uma seção com vazamento, ir até o local e confirmá-lo através do geofone eletrônico. As faixas de frequência do filtro do amplificador devem ser ajustadas através das combinações de baixa e de alta frequência e conforme o material da tubulação. Quando o sensor se aproxima do vazamento, o nível de ruído aumenta, mudando de faixa imediatamente e aumentando o som.
- c) Querendo ainda confirmar o vazamento através da haste de escuta, pode-se conectá-la a um registro, uma torneira ou, até mesmo, o piso na área previamente pesquisada e com indicações de vazamento. A haste de escuta, apesar de simples é precisa na propagação do som do vazamento.
- d) Uma vez localizado o vazamento, utilizar a haste de perfuração para fazer um pequeno furo e retirar uma amostra de solo que deve estar com alto índice de umidade ou, até mesmo, possibilitar o afloramento da água proveniente do vazamento.
- e) Uma vez confirmado o local exato do vazamento escavar tentando não danificar a tubulação para que se veja exatamente o que provocou o vazamento: uma trinca no tubo ou na conexão, uma falha na soldagem ou outro problema.

2.1 Processo da geofonia eletrônica

Procedimentos

- a) Colocar os fones de ouvido e conectá-los através do pino ao amplificador, que deve estar a tiracolo, e o sensor em uma das mãos.
- b) Posicionar o sensor o mais próximo possível da tubulação enterrada. Quando ouvir o som de vazamento, ajustar o nível do som através do botão de controle de volume, o mais baixo que puder ser ouvido, pois o som muito alto causa fadiga durante uma longa jornada de trabalho de pesquisa.
- c) Quanto mais próximo da tubulação o sensor é colocado, maior sucesso terá na detecção de vazamentos.
- d) Quando o sensor é colocado próximo ao ponto de vazamento, esse som pode ser ouvido imediatamente nos fones. Nesse caso, deve-se eliminar os ruídos do solo, com o auxílio das combinações das combinações de filtros e identificar o som do vazamento.

- e) Conforme as características da tubulação – material e diâmetro, tamanho do vazamento, pressão da água, características do solo e do piso, etc., o som do vazamento é alterado e alcança a superfície do substrato.
- f) Para tubos metálicos, tais como os de ferro fundido e os de aço galvanizado, a tendência é obter o som do vazamento em alta frequência. Então, recomendam-se combinações de filtro de frequência alta para tubos de tais materiais.
- g) Para tubos termoplásticos, tais como o PVC e o polietileno PE, o som geralmente é produzido em baixa frequência. Então, recomendam-se combinações de filtro de frequência alta para tubos de tais materiais.
- h) Detectado o local de vazamento, perfurar o piso utilizando a haste de perfuração ou escavar para confirmar o vazamento e realizar a manutenção do trecho de tubulação danificado.

2.2 Detecção de vazamento com a utilização da haste de escuta

Procedimentos

- a. Fechar todos os pontos de utilização ligados à tubulação pesquisada, durante a realização do teste.
- b. Encostar a haste de escuta em alguma conexão, válvula ou outro componente ligado à tubulação de água.
- c. Ao ouvir o som de vazamento de água, fechar o registro. Caso o som de vazamento seja interrompido é provável que exista um vazamento no trecho pesquisado.

ANEXO 4 - PROGRAMA DE NECESSIDADES HIDRÁULICAS DO EDIFÍCIO

I – Ocupação do Edifício	
4	Qual o número de usuários previstos? 4.1 População permanente: mínima: 1430 pessoas/dia; máxima: 1788 pessoas/dia 4.2 Visitantes: população flutuante: 400 pessoas/dia
5	Qual o horário de funcionamento do edifício? Normal: de segunda a sexta-feira, das 8:00h às 20:00h
6	Há flexibilidade de uso dos andares? Sim 6.1 O usuário terá liberdade de uso? Sim 6.2 Poderá alterar banheiros, cozinha, etc? Sim 6.3 Há previsão de ponto de água para bebedouro nas copas dos andares? Há precisão 6.4 Não há copa em todos os pavimentos? Haverá em todos copa ou precisão para.
II – Terraços / Jardins dos pavimentos-tipo	
1	Haverá previsão de torneiras de lavagem nos terraços dos andares? Não
2	Haverá previsão de torneiras de jardim nos jardins dos andares? Não

III - Banheiros dos pavimentos-tipo			
X	Lavatório somente com AF		Lavatório com AF e AQ
X	Torneira comum		Bacia sanitária com válvula de descarga
	Misturadores monocomando	X	Bacia sanitária com saída p/ baixo
X	Bacia sanitária com caixa acoplada		Bacia sanitária com saída lateral
IV - Vestiários do 2º subsolo			
X	Lavatório somente com AF		Lavatório com AF e AQ
X	Torneira comum	X	Chuveiro elétrico
	Ducha AF		Misturadores comuns
	Ducha AF e AQ		Bacia sanitária com válvula de descarga
	Misturadores monocomando	X	Bacia sanitária com saída p/ baixo
X	Bacia sanitária com caixa acoplada		Ralo somente dentro do box
	Bacia sanitária com saída lateral		

V – Térreo Externo

1 – Haverá projeto específico de paisagismo? **Sim**

2.2 Quem será o projetista? (contato e telefone) **D. W. Santana (3873-0906)**

2.3 Há previsão de fonte de água? **Sim**

2.4 Há previsão de jardins? **Sim**

2.5 Há previsão de pisos? **Sim**

VI - Sistema de Condicionamento de Ar

1 – Qual o tipo de sistema? **Sistema de resfriamento indireto através de central de água gelada com dois refrigeradores de 530 TR cada.**

3 – Se o sistema utilizar água:

3.1 Qual o consumo previsto? **1,5% de $231\text{m}^3/\text{h} = 3,5\text{m}^3/\text{h}$**

2.2 Onde está(ão) o(s) ponto(s) de consumo de água do sistema? **Torres de resfriamento no térreo.**

2.3 Haverá pontos de consumo de água nos andares? **Não.**

2.4 Quais as características requeridas para a água do sistema?

VII – Cogeração de Energia Elétrica	
Qual o tipo de sistema? A princípio não haverá cogeração.	
2. Se o sistema utilizar água: 2.1 Qual o consumo previsto?	
2.2 Onde está(ão) o(s) ponto(s) de consumo d'água do sistema?	
2.3 Quais as características requeridas para a água do sistema?	
VIII – Cozinha/Bar/Restaurante do 19º pavimento	
1 – O restaurante será terceirizado? Já se sabe para quem? Será terceirizado, não se sabe para quem	
2 – A previsão é de um restaurante para quantas pessoas? Aproximadamente 150 pessoas	
3 – Qual o horário de funcionamento previsto para o restaurante? Almoço: das 12:00h às 15:00h	
4 – Será um restaurante aberto ao público ou exclusivo aos usuários do edifício? Aberto ao público inclusive	
5 – Que tipo de refeição será servida no restaurante? 6 a 8 opções de pratos quentes e grelhados	
6 – Haverá preparo de refeições na cozinha ou apenas aquecimento? Há preparo	
7 – Caso haja preparo de refeições, a cozinha está sendo dimensionada para preparar quantas refeições por dia? Cerca de 300 refeições por dia	
8 – Haverá máquina de lavar louça? Em caso afirmativo, de que tamanho? Sim, ainda não dispomos das características da máquina	
9 – Qual a infraestrutura prevista para a cozinha? Completa, ficando os equipamentos a cargo do terceirizado	
10 – Quem irá desenvolver o projeto da cozinha? (lay-out / hidráulica / elétrica) Lay-out - -, hidráulica e elétrica - -	

11 – Que equipamentos que consomem água estão previstos para a cozinha? Lava-louças, pias, lava-verduras
12 – Haverá projeto específico para a cozinha? Sim
12.1 – Quem será o projetista? (contato e telefone) PLACONTEC – Sr. Amauri (4192-3488)
IX – Academia do 19o pavimento
1 – A Academia será terceirizada? Já se sabe para quem? Sim, a academia será terceirizada, não se sabe para quem.
2 – A Academia será de uso exclusivo dos usuários do edifício? Fundamentalmente sim
3 – Qual o horário de funcionamento previsto para a Academia? Das 6:00h às 22:00h.
4 – Os vestiários permanecerão abertos apenas quando a Academia estiver aberta? Sim
5 – A Academia está sendo dimensionada para uso simultâneo de quantas pessoas? Ver projeto específico
6 – Que tipos de equipamentos estão sendo previstos para a Academia? Ainda não dispomos do projeto, que está a cargo da Projeto Academia
7 – Haverá ponto para bebedouro de água na Academia? Ver projeto específico.
8 – Haverá projeto específico para a Academia? Sim
8.1 Quem será o projetista?

X - Vestiários da Academia			
X	Lavatório somente com AF		Lavatório com AF e AO
X	Torneira comum		Chuveiro elétrico
	Ducha AF		Misturadores comuns

X	Ducha AF e AO		Bacia sanitária com válvula de descarga
	Misturadores monocomando		Ralo fora do box
X	Bacia sanitária com caixa acoplada		Ralo somente dentro do box
	Bacia sanitária com saída lateral	X	Bacia sanitária com saída p/ baixo
XI - Sistema construtivo hidráulica			
	Ramais embutidos em alvenaria/divisória		Ramais aparentes
	Ramais visitáveis (carenagem)	X	Prumadas em shafts visitáveis
X	Prumadas em shafts não-visitáveis		
XII - Materiais			
Tipo	Material	Fabricante de Preferência	
Tubos de água fria	Cobre	Eluma/Termomecânica	
Tubos de recalque	Cobre	Eluma/Termomecânica	
Tubos de incêndio	Cobre	Eluma/Termomecânica	
Tubos de gás	Cobre	Eluma/Termomecânica	
Tubos de esgoto	Ferro fundido	Barbará	
Tubos de água pluvial	PVC	Tigre	
Reservatório inferior	Cobre	Eluma/Termomecânica	
Reservatório superior	Cobre	Eluma/Termomecânica	

ANEXO 5 - CÁLCULO DA POPULAÇÃO

Cálculo da População (Projeto de Arquitetura):

Escritórios:		
2º Pavimento	1,350 m ² / (7m/pessoa)	192 pessoas
3/4º Pavimento	895 m ² / 7	128 pessoas
21º Pavimento	420,26m ² / 7	60 pessoas
36º Pavimento	500 m ² / 7	71 pessoas
Tipo A	905 m ² / 7	129 pessoas
Tipo B	701 m ² / 7	100 pessoas
Tipo C	500 m ² / 7	71 pessoas
Restaurante	130 m / 1 + 38 m / 5	138 pessoas
Academia	87 m ² / 4	22 pessoas
Circulação	34 m ² / 5	7 pessoas
Térreo	658 m ² / 5 + 122 m ² / 1	254 pessoas

Edifício Total	3.255 pessoas
-----------------------	----------------------

Cálculo da População (PCA)

Pavimento	Área (m²)	Total (m²)	1 pessoa/7 m²	1 pessoa/10 m²
2º. Pavimento	1.309,80	1.309,80	187	131
3º e 4º Pavimentos	883,80	1.767,60	252	177
5º ao 7º Pavimentos	788,14	2.364,42	338	236
8º. Pavimento	596,14	596,14	85	60
9º. Pavimento	596,14	596,14	85	60
10º ao 18º Pavimentos	596,14	5.365,26	766	536
20º. Pavimento	359,24	359,24	51	36
21º ao 34º Pavimentos	435,40	6.095,60	871	609
35º Pavimento	435,40	435,40	62	43
		18.889,60	2697	1888

ANEXO 6 - SIMULAÇÃO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Simulação para Aproveitamento de Águas Pluviais

Dados de entrada:

- As áreas de coleta de chuva foram adotadas conforme apresentadas no Anexo 1:
 - área de coleta de coberturas e terraços: 2725,88 m²;
 - área de coleta apenas de coberturas: 1834,55 m²;
 - área de coleta de estacionamento: 430,54 m²;
 - coletas das áreas cobertas por vegetação (áreas verdes): 1704,67 m².
- O Posto Pluviométrico mais próximo é o posto E3-052 Congonhas, localizado na Bacia do Rio Pinheiros, latitude 23o37' e longitude 46o39'. Elevação de 800 m.
- Consumos: para efeito de simulação foram considerados os valores da tabela a seguir que considera o consumo mensal e diário da bacia sanitária com caixa acoplada de 12 litros e de 6 litros e de 3 tipos de mictórios

Tabela 1 – Consumo dos aparelhos, em função da população estimada.

Consumo em m ³ /mês					
População	Bacia 12	Bacia 6	Mic normal	Mic sensor	Mic sem água
2704	1113	779.42	428.26	299.79	0
2103	865.98	606.19	333.07	233.15	0
1873	779.5	545.65	299.8	209.8	0
Consumo, em m ³ /dia, 22 dias/mês					
2704	50.59	35.43	19.47	13.63	0
2103	39.36	27.55	15.14	10.60	0
1873	35.43	24.80	13.63	9.54	0
Consumo, em litros/dia, 22 dias/mês					
2704	50590.91	35428.18	19466.36	13626.82	0
2103	39362.73	27554.09	15139.55	10597.73	0
1873	35431.82	24802.27	13627.27	9536.364	0

Hipóteses adotadas:

- A chuva cai na vertical e igualmente distribuída na área de coleta;
- Para o dimensionamento do reservatório de águas pluviais para atender as bacias sanitárias, foi utilizada a população de 2700 habitantes;

- A simulação foi feita considerando que o reservatório terá como fonte de alimentação a água proveniente da chuva que cai nos telhados e terraços (2725,87 m²) e uma outra fonte complementar que poderá ser o poço artesiano, o efluente dos lavatórios (tratado) ou a Sabesp;
- O reservatório foi dimensionado para quatro diferentes volumes. A simulação considerou chuvas médias diárias para 10 anos de dados. Foi calculada a média diária de chuva para cada dia do ano e feita a simulação considerando-se que o edifício funciona de segunda a sexta feira;
- Foi considerado o consumo médio mensal de 6485 m³;
- Considerou-se que 80% da chuva que precipita sobre a área da cobertura chega até o reservatório e 20% é usada para arrastar as folhas através do filtro;
- O consumo diário das bacias sanitárias foi obtido considerando-se que seu consumo mensal divide-se em 22 dias úteis porém, como a simulação foi feita para cada dia e foram considerados todos os dias de cada mês, alguns meses contribuíram com mais e outros com menos que 22 dias de consumo;
- A bacia sanitária utilizada na simulação foi a de 6 litros por descarga. Portanto utilizou-se o consumo de 35,43 m³/dia.
- Resultados obtidos

As tabelas a seguir apresentam os resultados obtidos para as várias simulações.

Tabela 2 – Simulação com reservatório de 90 m³. Aparelho: Bacia sanitária

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório
	% do consumo do aparelho	Volume (m ³)	% do consumo total do edifício	
	(A)	(B)	(C)	
Jan	64.76%	527.68	8.14%	88.40
Fev	74.12%	525.19	8.10%	71.22
Mar	64.29%	501.11	7.73%	71.11
Abr	28.46%	211.72	3.26%	51.40
Mai	16.29%	132.75	2.05%	35.43
Jun	16.39%	121.95	1.88%	35.43
Jul	11.28%	87.92	1.36%	35.43
Ago	8.88%	72.32	1.12%	35.43
Set	26.26%	195.35	3.01%	35.43
Out	31.87%	259.66	4.00%	56.92
Nov	28.50%	222.12	3.43%	37.41
Dez	35.45%	263.74	4.07%	62.47

A tabela 2 mostra, na coluna (D), que o maior volume armazenado foi de 88,4 m³, o que garante o aproveitamento de 100% das chuvas ocorridas durante todo o ano. As colunas (A) e (B) da tabela 2 mostram a economia obtida a cada mês, para o aparelho considerado (no caso, a bacia sanitária), em porcentagem e em volume, respectivamente. A Coluna (C) mostra a economia obtida, em porcentagem do consumo total do edifício.

No mês de janeiro por exemplo, o volume de água de chuva produzido é de 527,68 m³, o que representa 64,76 % do consumo das bacias sanitárias e 8,14% do consumo total do edifício neste mês.

Na coluna (A) da tabela 2 observa-se que quando se compara o volume economizado no aparelho com o volume produzido pela chuva para os meses de janeiro e fevereiro, o valor para janeiro é menor que o de fevereiro. No entanto, o volume de água de chuva utilizado em janeiro é maior que o de fevereiro. O mesmo se observa quando se compara com o volume total gasto pelo edifício nos dois meses. Isto se dá pelo fato de que no mês de janeiro foram considerados 23 dias úteis e em fevereiro apenas 20. Isto fez com que o volume total gasto pelo aparelho nos dois meses fosse bastante diferente gerando valores percentuais também diferentes. No caso da coluna (C), o valor percentual foi calculado dividindo-se o volume economizado pelo consumo total do edifício não se considerando o número de dias úteis no mês.

Tabela 3 - Exemplo

Janeiro	Fevereiro
Consumo no mês de janeiro = $23 \times 35,428 = 814,85$ m ³	Consumo no mês de fevereiro = $20 \times 35,428 = 708,56$ m ³
Volume economizado em janeiro = 527,68	Volume economizado em fevereiro = 525,19
Economia obtida = $527,68/814,85 = 0,6476 = 64,76\%$	Economia obtida = $525,19/708,56 = 0,7412 = 74,12\%$
Consumo mensal = 6485	Consumo mensal = 6485
Economia obtida = $527,68/6485 = 8,14\%$	Economia obtida = $525,19/6485 = 8,10\%$

Fazendo-se as mesmas considerações acima porém reduzindo-se o volume do reservatório, tem-se os resultados apresentados nas tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4 – Simulação com reservatório de 70 m³. Aparelho: Bacia sanitária

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório	Volume de chuva desprezado (m ³)
	% do consumo do aparelho	Volume (m ³)	% do consumo total do edifício		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Jan	62.39%	508.40	7.84%	70.00	19.36
Feb	73.94%	523.89	8.08%	70.00	1.22
Mar	64.15%	500.00	7.71%	70.00	1.11
Apr	28.46%	211.72	3.26%	51.40	0.00
May	16.29%	132.75	2.05%	35.43	0.00
Jun	16.39%	121.95	1.88%	35.43	0.00
Jul	11.28%	87.92	1.36%	35.43	0.00
Aug	8.88%	72.32	1.12%	35.43	0.00
Sep	26.26%	195.35	3.01%	35.43	0.00
Oct	31.87%	259.66	4.00%	56.92	0.00
Nov	28.50%	222.12	3.43%	37.41	0.00
Dec	35.45%	263.74	4.07%	62.47	0.00

A coluna (E), nas tabelas 4, 5 e 6 mostram o volume de água de chuva que foi descartado por excederem o volume do reservatório.

Tabela 5 – Simulação com reservatório de 60 m3. Aparelho: Bacia sanitária

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório	Volume de chuva desprezado (m ³)
	% do consumo do aparelho	Volume (m3)	% do consumo total do edifício		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Jan	61.17%	498.40	7.69%	60.00	39.36
Feb	70.77%	501.47	7.73%	60.00	16.42
Mar	62.51%	487.21	7.51%	60.00	11.11
Apr	28.46%	211.72	3.26%	51.40	0.00
May	16.29%	132.75	2.05%	35.43	0.00
Jun	16.39%	121.95	1.88%	35.43	0.00
Jul	11.28%	87.92	1.36%	35.43	0.00
Aug	8.88%	72.32	1.12%	35.43	0.00
Sep	26.26%	195.35	3.01%	35.43	0.00
Oct	31.87%	259.66	4.00%	56.92	0.00
Nov	28.50%	222.12	3.43%	37.41	0.00
Dec	35.45%	263.74	4.07%	60.00	2.47

Tabela 6 – Simulação com reservatório de 50 m3. Aparelho: Bacia sanitária

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório	Volume de chuva desprezado (m ³)
	% do consumo do aparelho	Volume (m ³)	% do consumo total do edifício		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Jan	58.89%	479.89	7.40%	50.00	59.36
Feb	67.74%	479.99	7.40%	50.00	46.42
Mar	59.50%	463.74	7.15%	50.00	24.58
Apr	28.46%	211.72	3.26%	50.00	0.00
May	16.29%	132.75	2.05%	35.43	0.00
Jun	16.39%	121.95	1.88%	35.43	0.00
Jul	11.28%	87.92	1.36%	35.43	0.00
Aug	8.88%	72.32	1.12%	35.43	0.00
Sep	26.26%	195.35	3.01%	35.43	0.00
Oct	31.02%	252.74	3.90%	50.00	6.92
Nov	28.50%	222.12	3.43%	37.41	0.00
Dec	35.45%	263.74	4.07%	50.00	12.47

Nas simulações foi considerado que este é o reservatório que atenderá as bacias sanitárias e, portanto, todos os dias o volume de água disponível foi verificado e se necessário, foi complementado para que o reservatório tivesse no mínimo o volume necessário para atender as bacias naquele dia.

A simulação foi feita de forma dinâmica, ou seja, o reservatório estava sendo abastecido por uma fonte todos os dias (a chuva ou outra fonte) e estava alimentando os aparelhos todos os dias.

A seguir será apresentada simulação semelhante, porém considerando que o reservatório estará atendendo a torre de resfriamento de ar condicionado do térreo (consumo de 75 m³/dia). Neste caso, a suplementação será maior ainda uma vez que o consumo da torre é maior que o da bacia sanitária. A vantagem desta situação é a não necessidade de se ter que elevar a água até o último pavimento.

Tabela 7 – Simulação com reservatório de 90 m³. Aparelho: torre de resfriamento do ar condicionado.

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório	Volume de chuva desprezado (m ³)
	% do consumo do aparelho	Volume (m ³)	% do consumo total do edifício		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Jan	31.26%	539.24	8.32%	88.40	0.00
Feb	35.48%	532.23	8.21%	75.00	0.00
Mar	29.24%	482.50	7.44%	75.00	0.00
Apr	13.44%	211.72	3.26%	75.00	0.00
May	7.70%	132.75	2.05%	75.00	0.00
Jun	7.74%	121.95	1.88%	75.00	0.00
Jul	5.33%	87.92	1.36%	75.00	0.00
Aug	4.19%	72.32	1.12%	75.00	0.00
Sep	12.40%	195.35	3.01%	75.00	0.00
Oct	15.05%	259.66	4.00%	75.00	0.00
Nov	13.46%	222.12	3.43%	75.00	0.00
Dec	18.46%	290.78	4.48%	75.00	0.00

Tabela 8 – Simulação com reservatório de 75 m³. Aparelho: torre de resfriamento do ar condicionado.

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório	Volume de chuva desprezado (m ³)
	% do consumo do aparelho	Volume (m ³)	% do consumo total do edifício		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Jan	30.14%	519.89	8.02%	75.00	19.36
Feb	35.40%	531.01	8.19%	75.00	1.22
Mar	29.24%	482.50	7.44%	75.00	0.00
Apr	13.44%	211.72	3.26%	75.00	0.00
May	7.70%	132.75	2.05%	75.00	0.00
Jun	7.74%	121.95	1.88%	75.00	0.00
Jul	5.33%	87.92	1.36%	75.00	0.00
Aug	4.19%	72.32	1.12%	75.00	0.00
Sep	12.40%	195.35	3.01%	75.00	0.00
Oct	15.05%	259.66	4.00%	75.00	0.00
Nov	13.46%	222.12	3.43%	75.00	0.00
Dec	18.46%	290.78	4.48%	75.00	0.00

Tabela 9 – Simulação com reservatório de 70 m³. Aparelho: Mictório normal.

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório	Volume de chuva desprezado (m ³)
	% do consumo do aparelho	Volume (m ³)	% do consumo total do edifício		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Jan	93.42%	418.28	6.45%	75.00	74.92
Feb	97.35%	379.02	5.84%	75.00	154.15
Mar	100.00%	428.26	6.60%	75.00	74.79
Apr	57.80%	236.28	3.64%	75.00	0.00
May	29.65%	132.75	2.05%	75.00	0.00
Jun	29.83%	121.95	1.88%	19.47	0.00
Jul	20.53%	87.92	1.36%	19.47	0.00
Aug	16.15%	72.32	1.12%	23.50	0.00
Sep	47.79%	195.35	3.01%	26.14	0.00
Oct	58.00%	259.66	4.00%	56.92	0.00
Nov	51.87%	222.12	3.43%	37.41	0.00
Dec	60.61%	247.78	3.82%	62.47	0.00

Tabela 10 – Simulação com reservatório de 70 m³. Aparelho: Mictório com sensor.

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório	Volume de chuva desprezado (m ³)
	% do consumo do aparelho	Volume (m ³)	% do consumo total do edifício		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Jan	93.14%	291.92	4.50%	75.00	187.24
Feb	101.37%	276.26	4.26%	75.00	270.94
Mar	96.78%	290.13	4.47%	75.00	190.10
Apr	90.54%	259.10	4.00%	75.00	0.00
May	42.35%	132.75	2.05%	75.00	0.00
Jun	42.61%	121.95	1.88%	75.00	0.00
Jul	29.33%	87.92	1.36%	75.00	0.00
Aug	23.07%	72.32	1.12%	55.77	0.00
Sep	67.28%	192.54	2.97%	26.94	0.00
Oct	83.75%	262.48	4.05%	58.81	0.00
Nov	74.05%	221.99	3.42%	37.41	0.00
Dec	84.59%	242.07	3.73%	62.47	0.00

Desprezando-se a área referente às calçadas do térreo, a área de coleta passa para: 1834,55 m².

Simulando-se para esta situação e uso em bacias sanitárias, tem-se:

Tabela 11 – Simulação com reservatório de 60 m³. Aparelho: Bacia sanitária de 6 litros.

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório	Volume de chuva desprezado (m ³)
	% do consumo do aparelho	Volume (m ³)	% do consumo total do edifício		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Jan	44.54%	362.93	5.60%	59.49	0.00
Feb	50.55%	358.21	5.52%	47.93	0.00
Mar	41.66%	324.74	5.01%	42.78	0.00
Apr	19.15%	142.49	2.20%	35.43	0.00
May	10.96%	89.34	1.38%	35.43	0.00
Jun	11.03%	82.07	1.27%	35.43	0.00
Jul	7.59%	59.17	0.91%	35.43	0.00
Aug	5.97%	48.67	0.75%	35.43	0.00
Sep	17.67%	131.48	2.03%	35.43	0.00
Oct	21.45%	174.76	2.69%	38.31	0.00
Nov	19.18%	149.49	2.31%	35.43	0.00
Dec	25.42%	189.09	2.92%	42.04	0.00

Tabela 12 – Simulação com reservatório de 50 m³. Aparelho: Bacia sanitária de 6 litros.

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório	Volume de chuva desprezado (m ³)
	% do consumo do aparelho	Volume (m ³)	% do consumo total do edifício		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Jan	43.37%	353.43	5.45%	50.00	9.49
Feb	50.55%	358.21	5.52%	47.93	0.00
Mar	41.66%	324.74	5.01%	42.78	0.00
Apr	19.15%	142.49	2.20%	35.43	0.00
May	10.96%	89.34	1.38%	35.43	0.00
Jun	11.03%	82.07	1.27%	35.43	0.00
Jul	7.59%	59.17	0.91%	35.43	0.00
Aug	5.97%	48.67	0.75%	35.43	0.00
Sep	17.67%	131.48	2.03%	35.43	0.00
Oct	21.45%	174.76	2.69%	38.31	0.00
Nov	19.18%	149.49	2.31%	35.43	0.00
Dec	25.42%	189.09	2.92%	42.04	0.00

Tabela 13 – Simulação com reservatório de 80 m³. Aparelho: Ar condicionado utilizando 80 m³/dia proveniente do poço artesiano (considerado então uma necessidade de apenas 20 m³/dia), área de coleta apenas dos telhados e terraços (1834,55m²).

Mês	Economia obtida			Volume mínimo necessário para o reservatório	Volume de chuva desprezado (m ³)
	% do consumo do aparelho	Volume (m ³)	% do consumo total do edifício		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Jan	74.70%	343.61	5.30%	59.49	0.00
Feb	88.37%	353.47	5.45%	47.93	0.00
Mar	79.27%	348.79	5.38%	60.54	0.00
Apr	33.93%	142.49	2.20%	34.60	0.00
May	19.42%	89.34	1.38%	20.00	0.00
Jun	19.54%	82.07	1.27%	20.00	0.00
Jul	13.45%	59.17	0.91%	20.00	0.00
Aug	10.58%	48.67	0.75%	20.00	0.00
Sep	31.30%	131.48	2.03%	20.00	0.00
Oct	37.99%	174.76	2.69%	38.31	0.00
Nov	33.98%	149.49	2.31%	25.18	0.00
Dec	41.35%	173.66	2.68%	42.04	0.00

Conclusões

Os resultados apresentados nas tabelas 2 a 10 foram obtidos utilizando-se a água coletada nas coberturas, terraços e na calçada do térreo. Os resultados apresentados nas tabela 11 e 12 foram obtidos utilizando-se como área de coleta apenas terraços e coberturas.

Ao desprezar-se a área das calçadas não se observou redução significativa na economia obtida e, desta forma, a água de chuva pode ser considerada “limpa”, o que amplia suas aplicações no edifício.

Apesar de atender bem às bacias sanitárias deve-se observar que esta água deverá ser bombeada para o último piso, enquanto que para uso nas torres de resfriamento a água não precisaria ser elevada, economizando-se tanto na implantação do sistema (estação de bombeamento, etc) quanto no custo de manutenção deste.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSE, MIGUEL MANSUR. **Sistemas econômicos de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2000. 192 p.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA. **Apresenta definições de conservação de água**. Disponível em: <<http://www.awwa.org>>. Acesso em: 10 ago.2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE SISTEMAS PREDIAIS – RECOMENDAÇÃO TÉCNICA. **Instalação de reservatório para retenção de águas pluviais em edificações – RT HID 001**. São Paulo, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518** de 25 de março de 2004. Disponível em:<http://www.agrolab.com.br/portaria%20518_04.pdf>. Acesso em : 30 set. 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Águas Subterrâneas**. Brasília: MMA, 2001. 21p. Disponível em: <.http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/publica/doc/aguassub.pdf>. Acesso em: 4 out. 2004.

BRASIL. LEI 9433 de 1997. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/9433-97.htm>>.Acesso:10 maio. 2003.

BRASIL. Legislação relativa à conservação da água e do solo. Disponível em:<http://www.camara.gov.br/internet/diretoria/Conleg/Estudos/2003_1927.pdf>.Acesso em: 30 set. 2004.

CHENG, C. L. Rainwater use system in building design – a case study of calculation and efficiency assessment system. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 26; Rio de Janeiro, 2000. **Anais**. São Paulo: EPUSP/CIB 2000. 13p.

CHENG, C.L. The evaluation of water conservation for green building in Taiwan. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 27; Portoroz, 2001. **Anais**. Slovenia. 10p.

COELHO, A. C.; MAYNARD, J. C. B. **Medição individualizada de água em apartamentos**. Recife: Comunicarte, 1999. 172 p.

COMPANHIA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. São Paulo. Disponível em : <[http:// www.sabesp.sp.gov.br](http://www.sabesp.sp.gov.br)>. Acesso em: 7 maio. 2003.

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY BEST PRACTICE PROGRAMME. **Reducing waste for profit in the dairy industry**. 1999.

FEDERAÇÃO FIESP. **Manual de Conservação e Reúso de Água para A Indústria**. São Paulo: 2004.

GONÇALVES, O.M.; OLIVEIRA, L.H. Methodology for the development of na institutional and technological water conservation program in buildings. In: INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB. Agenda 21 para a construção sustentável. Tradução do Relatório CIB – Publicação 237, São Paulo: 2000. 131p.

GONÇALVES, P.M. **Bases metodológicas para racionalização do uso de água e energia no abastecimento público de água em São Paulo**. 1995. 330 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.

GLEICK, P. **Water conflict chronology**. August 18, 2003. Pacific Institute. Disponível em: < <http://www.worldwater.org> >. Acesso em :23 jul.2004.

HESPANHOL, I. Água e saneamento básico – uma visão realista. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Org.). **Águas Doces no Brasil** – capital ecológico, uso e conservação: São Paulo, Escrituras, 1999. 249-303 p.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 maio. 2004.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. **Reúso de Água**. São Paulo: Manole, 2003. 576 p.

MAY, S. **Estudo de viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

METCALF & EDDY (2003). **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4. ed. Boston: McGraw-Hill, 2003. 1819 p.

MIERZWA, J.C. **O uso racional e o reúso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria – Estudo de caso Kodak Brasileira**. 2002. 2v. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

NEW MÉXICO OFFICE OF THE STATE ENGINEER. **A water conservation guide for commercial, institutional and industrial users.** 1999. (1-800-WATER-NM).

OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios.** 1999. 342p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, L.H. **Bibliografia anotada.** Brasília, Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 2004. (DTA – Documento Técnico de Apoio nº A4).

PASSETO, W.; GONÇALVES, O. A methodology to evaluate water use management programs in companies. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 27; Portoroz, 2001. **Anais.** Slovenia. 10p.

PORTO, M. Banco Mundial. Recursos Hídricos e Saneamento na Região Metropolitana de São Paulo: **um desafio do tamanho da cidade.** Brasília, 2003. 84p.

PROGRAMA NACIONAL CONTRA O DESPERDÍCIO DE ÁGUA – PNCDA. São Paulo. Disponível em: <<http://www.pncda.gov.br>>. Acesso em: 03 mar. 2003.

REBOUÇAS, ALDO. **Uso inteligente da água.** São Paulo: Escrituras, 2004.

REBOUÇAS, A.C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Org.). **Águas Doces no Brasil** – capital ecológico, uso e conservação: São Paulo, Escrituras, 1999. 1-36 p.

REBOUÇAS, A.C. Águas subterrâneas. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Org.). **Águas Doces no Brasil** – capital ecológico, uso e conservação: São Paulo, Escrituras, 1999. 117-146 p.

SALATI, E.; LEMOS, H.M.; SALATI, E. Água e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Org.). **Águas Doces no Brasil** – capital ecológico, uso e conservação: São Paulo, Escrituras, 1999. 39-62 p.

SAUTCHÚK, C.A. **Código de prática de projeto e execução de sistemas prediais de água** - Conservação de Água em Edifícios. Brasília, Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 2004. (DTA – Documento Técnico de Apoio nº F3).

SCHMIDT, W. **Produtos economizadores de água nos sistemas prediais**. Brasília, Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, 2004. (DTA – Documento Técnico de Apoio nº F2).

SCHMIDT, W. **Uso racional da água – Equipamentos Hidráulicos**. São Paulo: TESIS – Tecnologia de Sistemas em Engenharia, 1999. (Relatório Técnico).

SCHMIDT, W. **Caracterização e formulação de parâmetros para avaliação de mictórios – o caso do mictório sem água**. 2003. 247 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

SOARES, D.A.F.; ROESNER, L.A.; GONÇALVES, O.M. Sizing a rainwater reservoir to assist toilet flushing. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 26; Rio de Janeiro, 2000. **Anais**. São Paulo: EPUSP/CIB 2000. 12 p.

TAMAKI, H.O. **Submetering as an element of water demand management in water conservation programs**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 27; Portoroz, 2001. **Anais**. Slovenia. 10p.

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. 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

Tecnologia de Sistemas em Engenharia - TESIS. **Projeto específico de economia de água em edifícios. Uso racional da água – PURA – Projeto n.6. Estudo de caso - Cozinhas industriais de restaurantes e bares.** São Paulo, 1997. (Relatório Técnico 1 – RT1).

Tecnologia de Sistemas em Engenharia – TESIS . **Projeto específico de economia de água em edifícios. Uso racional da água – PURA – Projeto n.6. Estudo de caso - Cozinhas industriais de restaurantes e bares.** São Paulo, 1998. (Relatório Técnico 2 – RT2).

Tecnologia de Sistemas em Engenharia - TESIS. – **Programa de conservação de água em indústria de alimentos.** São Paulo, 2002. (Relatório Técnico 2007 RT01).

Tecnologia de Sistemas em Engenharia - TESIS. – **Programa de conservação de água em indústria de alimentos.** São Paulo, 2003. (Relatório Técnico 2034 RT01).

Tecnologia de Sistemas em Engenharia - TESIS. – **Programa de conservação de água em aeroportos.** São Paulo, 2004. (Relatório Técnico 2054 RT01).

THAME, A. C. M. et al. **A cobrança pelo uso da água.** São Paulo. IQUAL, 2000. 254 p.

THE UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS FOR THE WORLD SUMMIT ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Global challenge global opportunity - trends in sustainable development. Johannesburg, 2002. Disponível em: < www.johannesburgsummit.org >. Acesso em: 23 jul. 2004.

THE WATER REGULATIONS ADVISORY SCHEME – WRAS. (Nº 9– 01-01 – Issue 5. Jul. 2002). Disponível em: <http://www.wras.co.uk/PDF_Files/Ign9-01-1%20Constitution%20issue%205.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2004.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI**: enfrentando a escassez: São Carlos. Rima, 2003. 247 p.

UNITED NATIONS / WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME - UN/WWAP. 2003. **UN World Water Development Report: Water for People, Water for Life**. Paris, New York and Oxford. Disponível em: <www.unesco.org/water/wwap/wwdr/table_contents.shtml>. Acesso em: 22 jun.2004.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Water Conservation Plan Guidelines**. Washington: 1998.(EPA-832-D-98-001).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. Manual: **Guidelines for water reuse**. Washington: 1992 (EPA/625/R-92/004).

VICKERS, A. **Handbook of water use and conservation**. Amherst, Massachusetts. WaterPlow Press, 2001. 446 p.

VICKERS, A. **The energy policy act**: Assessing its impact on utilities. In: Journal of the American Water Works Association. Disponível em: < <http://www.cepis.ops-oms.org/muwww/fulltext/repind48/energy/energy.html> - 47k>. Acesso em: 23 Jul. 2004.

VISÃO GERAL DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO NO BRASIL - 2001. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/arquivos/visao/V7_completo.pdf> Acesso em: 4 ago. 2004.

WEINER, J. **Planet Earth**. São Paulo: Martins Fontes, 1986. p. 294 –301.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Environmental Change and Health**. 1999.

WORLD WATER COUNCIL. **World Water Vision**: Making Water Everybody's Business. Texto Técnico. Earthscan Publications Ltd. 2000.

YAMADA, E.S. **Os impactos da medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais multifamiliares**: 2001. 111 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.